

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application:

2003年 1月28日

出 願 番 号
Application Number:

特願2003-018261

[ST.10/C]:

[JP2003-018261]

出 願 人
Applicant(s):

トヨタ自動車株式会社

2003年 7月 3日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3052795

【書類名】 特許願

【整理番号】 2002-5203

【提出日】 平成15年 1月28日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 C01B 3/38
F02M 27/02

【発明者】

 【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

 【氏名】 若尾 和弘

【発明者】

 【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

 【氏名】 桜井 計宏

【発明者】

 【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

 【氏名】 伊藤 隆晟

【発明者】

 【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

 【氏名】 一瀬 宏樹

【特許出願人】

 【識別番号】 000003207

 【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社

 【代表者】 齋藤 明彦

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 008268

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 内燃機関および内燃機関の運転方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 燃焼室内でCOおよびH₂を燃焼させて動力を発生する内燃機関において、

改質触媒を有し、炭化水素系燃料と空気との混合気を改質してCOおよびH₂を含む改質ガスを生成する改質器と、

前記改質器の改質効率が所定範囲内に維持されるように前記改質器における混合気の空燃比を設定する空燃比制御手段とを備えることを特徴とする内燃機関。

【請求項 2】 前記空燃比制御手段は、前記改質器に供給される燃料中の炭素原子に対する空気中の酸素原子の比O/Cをおよそ0.4～1.1の範囲内に設定することを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関。

【請求項 3】 前記空燃比制御手段は、前記改質器に供給される燃料中の炭素原子に対する空気中の酸素原子の比O/Cをおよそ0.8～1.05の範囲内に設定することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の内燃機関。

【請求項 4】 前記空燃比制御手段は、内燃機関の実際の出力トルクと目標トルクとが一致するように前記改質器に供給される混合気の量を設定することを特徴とする請求項 1～3 の何れかに記載の内燃機関。

【請求項 5】 前記改質器により生成される改質ガスに空気を混合させるための給気路と、前記給気路に設けられており、前記給気路を介して改質ガスに混合させられる空気の量を調整するための調整手段とを更に備え、前記空燃比制御手段は、前記燃焼室に吸入される混合気の空燃比が所望の値になるように前記調整手段を制御することを特徴とする請求項 4 に記載の内燃機関。

【請求項 6】 前記空燃比制御手段は、目標トルクに応じて、前記改質器に供給される混合気の量と前記燃焼室に吸入される混合気の量とを同時に設定することを特徴とする請求項 4 または 5 に記載の内燃機関。

【請求項 7】 前記改質触媒の温度を検出する温度検出手段を更に備え、前記空燃比制御手段は、前記温度検出手段の検出値に基づいて、前記改質器における混合気の空燃比を推定可能であることを特徴とする請求項 1～6 の何れかに記

載の内燃機関。

【請求項 8】 前記空燃比制御手段は、前記改質器に供給されている燃料の量に応じて前記改質器における空燃比の推定値を補正可能であることを特徴とする請求項 7 に記載の内燃機関。

【請求項 9】 前記空燃比制御手段は、前記改質器に対する燃料と空気との混合気の供給が開始される際に、前記改質器における混合気空燃比を前記所定範囲内の改質効率に対応した空燃比よりも大きな値に設定することを特徴とする請求項 1 ～ 8 の何れかに記載の内燃機関。

【請求項 10】 前記燃焼室からの排気を前記改質器に還流させる排気還流手段を更に備えることを特徴とする請求項 1 ～ 9 の何れかに記載の内燃機関。

【請求項 11】 前記改質触媒の温度を検出する温度検出手段と、前記温度検出手段の検出値に基づいて前記排気還流手段を制御する手段とを更に備えることを特徴とする請求項 10 に記載の内燃機関。

【請求項 12】 前記改質器に対する混合気の供給が停止される際に、前記排気還流手段によって前記改質器に還流される排気が増加させられることを特徴とする請求項 10 または 11 に記載の内燃機関。

【請求項 13】 前記改質器に対する混合気の供給が停止される際に、前記改質器に対する燃料の供給停止に先立って空気の供給量が減少させられることを特徴とする請求項 1 ～ 12 の何れかに記載の内燃機関。

【請求項 14】 前記改質器は、混合気の流れ方向に沿って配設された複数の改質反応部を有し、前記複数の改質反応部間に定められた酸素供給部に酸素を供給する酸素供給手段を更に備え、前記酸素供給部よりも前記流れ方向上流側に配置された改質反応部では、混合気空燃比が前記所定範囲内の改質効率に対応した空燃比よりも小さな値に設定されることを特徴とする請求項 1 ～ 13 の何れかに記載の内燃機関。

【請求項 15】 前記酸素供給手段によって前記改質器の前記酸素供給部に酸素が供給されており、かつ、所定の運転条件が成立した際に、前記酸素供給部よりも前記流れ方向上流側に配置された改質反応部では、混合気空燃比が前記所定範囲内の改質効率に対応した空燃比よりも大きな値に設定されることを特徴

とする請求項 1 4 に記載の内燃機関。

【請求項 1 6】 前記改質器は、前記改質触媒が配置された改質反応部を有し、前記改質反応部は、混合気の流れ方向上流端および下流端の少なくとも何れか一方に、他の部位と比較して少ない量の改質触媒を備えた触媒低担持領域を含んでいることを特徴とする請求項 1 ～ 1 5 の何れかに記載の内燃機関。

【請求項 1 7】 改質触媒を有し、炭化水素系燃料と空気との混合気を改質して CO および H_2 を含む改質ガスを生成する改質器を備え、この改質器により生成された改質ガスを燃焼室内で燃焼させて動力を発生する内燃機関の運転方法において、

前記改質器の改質効率が所定範囲内に維持されるように前記改質器における空燃比を設定することを特徴とする内燃機関の運転方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、内燃機関および内燃機関の運転方法に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

従来から、改質触媒を含む改質器を備え、この改質器で各種燃料を改質して得た燃焼成分を燃焼室内で燃焼させることにより、安定した燃焼を得ると共に、排気中の HC や NO_x の低減化を図る内燃機関が知られている（例えば、特許文献 1 参照。）。

【0 0 0 3】

また、メタノール等の炭化水素系燃料を改質するための改質器としては、改質ガスの水素含有率を増加させるために、燃料の流れ方向上流側の触媒にてアルデヒド等の中間生成物を得ると共に、流れ方向下流側の触媒にてアルデヒド等から水素を得るように構成されたものが知られている（例えば、特許文献 2 参照。）
。更に、短時間のうちに水素リッチな改質ガスを得るために、その始動時に改質触媒を昇温させるヒータが備えられた改質器も知られている（例えば、特許文献 3 参照。）。

【0004】

一方、炭化水素系燃料を改質するに際しては、触媒の劣化による改質性能の低下を防止し、副生成物の発生を抑制すると共に、改質器周辺への熱の影響を低減させる上で、改質触媒の温度（触媒床温）を適正に管理することが重要となる。改質触媒の温度を制御する手法としては、改質器に供給される燃料および空気の混合気の空燃比と改質器の到達温度との相関関係を用いて改質器における空燃比を制御することにより、改質触媒の温度を適正に設定する技術が知られている（例えば、特許文献4参照。）。なお、この種の技術に関連性を有する文献としては、下記の特許文献5～8が存在している。

【0005】

【特許文献1】

特開2001-241365号公報

【特許文献2】

特開2000-281307号公報

【特許文献3】

特開平11-130405号公報

【特許文献4】

特開2002-179405号公報

【特許文献5】

特開平4-58064号公報

【特許文献6】

特開2002-154807号公報

【特許文献7】

特開 2000-323164 号公報

【特許文献 8】

特開平 11-92102 号公報

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

従来、燃料を改質するための改質器に関しては、上述のように、改質触媒の温度を適正に管理することに主眼が置かれていた。しかしながら、改質器を備えた内燃機関の全体を考えた場合、単に改質器の温度管理を適正に行うだけでは、内燃機関を要求された条件に応じるように動作させるのに必要な改質ガスを得ることは困難である。

【0007】

そこで、本発明は、改質器から所望の改質ガスを燃焼室に供給して、内燃機関を要求された条件に正確に応じるように動作させることを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

本発明による内燃機関は、燃焼室内で CO および H_2 を燃焼させて動力を発生する内燃機関において、改質触媒を有し、炭化水素系燃料と空気との混合気を改質して CO および H_2 を含む改質ガスを生成する改質器と、改質器の改質効率が所定範囲内に維持されるように改質器における混合気の空燃比を設定する空燃比制御手段とを備えることを特徴とする。

【0009】

この内燃機関は、炭化水素系燃料と空気との混合気を改質して CO および H_2 を含む改質ガスを生成する改質器を備え、燃焼室内で改質器からの改質ガスに含まれる CO および H_2 を燃焼させることにより動力を発生する。ここで、本発明者らは、この種の内燃機関の開発に際して、改質器の改質効率と改質器における燃料および空気の混合気の空燃比とが相関関係を有していることに着目した。

【0010】

すなわち、改質器の改質効率は、改質器における混合気の空燃比に応じて変化

するが、改質器における混合気の空燃比を所定の範囲内に保つと、改質器の改質効率も所定の範囲内に保たれる。これを踏まえて、この内燃機関では、空燃比制御手段により、改質器の改質効率が所望範囲内に維持されるように改質器における混合気の空燃比が好ましくは一定の値に設定される。これにより、改質器によって生成される改質ガス中の燃焼成分の割合を良好に把握することができるので、改質器から所望の改質ガスを燃焼室に供給して、内燃機関を要求された条件に正確に応じるように動作させることが可能となる。

【 0 0 1 1 】

この場合、空燃比制御手段は、改質器に供給される燃料中の炭素原子に対する空気中の酸素原子の比 O/C をおよそ $0.4 \sim 1.1$ の範囲内に設定すると好ましく、改質器に供給される燃料中の炭素原子に対する空気中の酸素原子の比 O/C をおよそ $0.8 \sim 1.05$ の範囲内に設定するとより一層好ましい。これにより、改質器の改質効率を実用上良好な範囲内に維持することが可能となる。

【 0 0 1 2 】

また、空燃比制御手段は、内燃機関の実際の出力トルクと目標トルクとが一致するように改質器に供給される混合気の量を設定すると好ましい。

【 0 0 1 3 】

これにより、改質器の改質効率を所望範囲内に保ちつつ、内燃機関に所望のトルクを発生させることができる。

【 0 0 1 4 】

この場合、内燃機関は、改質器により生成される改質ガスに空気を混合させるための給気路と、給気路に設けられており、給気路を介して改質ガスに混合させられる空気の量を調整するための調整手段とを更に備え、空燃比制御手段は、燃焼室に吸入される混合気の空燃比が所望の値になるように調整手段を制御すると好ましい。

【 0 0 1 5 】

これにより、改質器の改質効率を所望範囲内に保ちつつ、燃焼室における混合気の空燃比を所望の値となるように設定することができる。

【 0 0 1 6 】

そして、空燃比制御手段は、目標トルクに応じて、改質器に供給される混合気の量と燃焼室に吸入される混合気の量とを同時に設定すると好ましい。

【0017】

更に、内燃機関は、改質触媒の温度を検出する温度検出手段を更に備え、空燃比制御手段は、温度検出手段の検出値に基づいて、改質器における混合気の実燃比を推定可能であると好ましい。

【0018】

すなわち、改質触媒の温度（触媒床温）と改質器における混合気の実燃比とは相関関係を有しているため、かかる構成によれば、改質触媒の温度から改質器における混合気の実燃比を推定することができる。

【0019】

また、空燃比制御手段は、改質器に供給されている燃料の量に応じて改質器における空燃比の推定値を補正可能であると好ましい。

【0020】

上述のように、改質触媒の温度と改質器における混合気の実燃比とは相関関係を有しているが、改質触媒の温度は、改質器における混合気の実燃比が一定であっても、改質器に供給されている燃料の量の増加に応じて上昇する。従って、かかる構成のように、改質器に供給される燃料の量に基づいて改質器における空燃比の推定値を補正すれば、改質器における混合気の実燃比を精度よく求めることができる。

【0021】

更に、空燃比制御手段は、改質器に対する燃料と空気との混合気の供給が開始される際に、改質器における混合気の実燃比を上記所定範囲内の改質効率に対応した空燃比よりも大きな値に設定すると好ましい。

【0022】

一般に、改質器に対して燃料と空気との混合気の供給が開始される段階では、改質触媒は十分に活性化されていないことが多い。これを踏まえて、かかる構成のもとでは、改質器に対して燃料と空気との混合気の供給が開始されてから例えば所定時間だけ、改質器における混合気の実燃比が上記所定範囲内の改質効率に

対応した空燃比よりも大きな値に設定される。これにより、改質触媒での燃料の着火を促進させることが可能となり、触媒温度を活性温度まで短時間のうちに上昇させることができる。

【0023】

また、内燃機関は、燃焼室からの排気を改質器に還流させる排気還流手段を更に備えると好ましい。

【0024】

本発明の内燃機関では、改質器の改質効率が所望範囲内に維持されるように改質器における混合気の空燃比が設定されるが、この場合、改質器内で燃料と空気とが十分に混ざり合わず、上記所望範囲内の改質効率で改質反応が行なわれなかったり、触媒温度の過剰な上昇を招いたりすることも想定される。これに対して、燃焼室からの排気を改質器に還流させる排気還流手段を内燃機関に設けておけば、燃焼室から改質器に排気を還流させることにより、改質器において燃料と空気とを良好に混合させることができる。

【0025】

更に、内燃機関は、改質触媒の温度を検出する温度検出手段と、温度検出手段の検出値に基づいて排気還流手段を制御する手段とを更に備えると好ましい。

【0026】

本発明の内燃機関では、改質器の改質効率が所望範囲内に維持されるように改質器における混合気の空燃比が設定されるが、改質触媒の温度は、負荷の変化等に応じて急変することから、改質触媒の温度急変に起因して上記所望範囲内の改質効率が得られなくなることも想定される。これに対して、かかる構成のように、改質触媒の温度を温度検出手段により常時モニタし、改質器の器内温度が急変した際（急激に上昇した際）に、排気還流手段により燃焼室から改質器に排気を還流させるか、あるいは、排気還流手段による排気還流量を増加させることにより、改質触媒の温度急変を抑制して、改質器の改質効率を所望範囲内に常時維持することが可能となる。

【0027】

また、改質器に対する混合気の供給が停止される際に、排気還流手段によって

改質器に還流される排気の量が増加させられると好ましい。

【0028】

改質器における改質反応を停止させるために、改質器に対する混合気の供給が停止される際、改質器内が一時的に酸素過剰な状態になることがある。この場合、改質触媒の温度が急激に上昇し、触媒を劣化させてしまうおそれもある。これに対して、改質器に対する混合気の供給が停止される際に、排気還流手段によって改質器に還流される排気の量を増加させれば、改質器内が酸素過剰な状態になることを防止すると共に、改質触媒（改質器）を冷却することが可能となる。従って、かかる構成によれば、急激な昇温に起因する改質触媒の劣化を確実に防止することができる。

【0029】

更に、改質器に対する混合気の供給が停止される際に、改質器に対する燃料の供給停止に先立って空気の供給量が減少させられてもよい。

【0030】

上述のように、改質器に対する混合気の供給が停止される際、改質器内が一時的に酸素過剰な状態になることにより、改質触媒の温度が急激に上昇してしまうことがあり得るが、この場合、かかる構成のように、改質器に対する燃料の供給停止に先立って空気の供給量を減少させてもよい。これにより、改質器内が酸素過剰な状態になることを防止して改質器における反応を抑制すると共に、改質触媒（改質器）を冷却することが可能となる。従って、かかる構成によっても、急激な昇温に起因する改質触媒の劣化を確実に防止することができる。

【0031】

また、改質器は、混合気の流れ方向に沿って配設された複数の改質反応部を有し、複数の改質反応部間に定められた酸素供給部に酸素を供給する酸素供給手段を更に備え、酸素供給部よりも流れ方向上流側に配置された改質反応部では、混合気空燃比が上記所定範囲内の改質効率に対応した空燃比よりも小さな値に設定されることが好ましい。

【0032】

一般に、改質反応は極めて短時間のうちに進行することから、改質器内の温度

は、混合気の流れ方向上流側で高くなる傾向にあり、この傾向が顕著になればなるほど、流れ方向上流側の改質触媒の劣化が進んでしまう。また、改質器（改質触媒）の上流側において空気と燃料とが十分に混ざり合っていない場合、酸素過剰な領域では改質触媒が昇温してしまい、燃料過剰な領域では改質反応が十分進行せず、未改質燃料がそのまま改質ガスに混入されてしまうおそれがある。

【 0 0 3 3 】

これに対して、かかる構成のもとでは、酸素供給部よりも混合気の流れ方向上流側の改質反応部では、混合気の空燃比が上記所定範囲内の改質効率に対応した空燃比よりも小さな値に設定（燃料過剰化）されるので、酸素供給部よりも上流側の改質反応部における改質触媒の過剰な昇温を防止することができる。また、燃料は、酸素供給部よりも上流側の改質反応部で気化した後、酸素供給部で酸素と混ざり合い、酸素供給部よりも下流側の改質反応部で良好に改質されることになる。従って、かかる構成を採用すれば、改質触媒の局所的な劣化を防止すると共に、燃料を確実に改質させて改質器の改質効率を所望範囲内に良好に維持することが可能となる。

【 0 0 3 4 】

更に、酸素供給手段によって改質器の酸素供給部に酸素が供給されており、かつ、所定の運転条件が成立した際に、酸素供給部よりも流れ方向上流側に配置された改質反応部では、混合気の空燃比が上記所定範囲内の改質効率に対応した空燃比よりも大きな値に設定されると好ましい。

【 0 0 3 5 】

上述のように、酸素供給部よりも流れ方向上流側の改質反応部における混合気の空燃比を小さな値に設定した場合、当該上流側の改質反応部で改質触媒のコーキングを生じてしまうおそれもある。これに対して、かかる構成のように、改質器の酸素供給部に酸素が供給されている場合であっても、改質器の作動時間や改質触媒の温度に関連する所定の運転条件が成立した際に、酸素供給部よりも流れ方向上流側に配置された改質反応部における混合気の空燃比を大きな値に設定することにより、コーキングの発生を防止すると共に、コーキングを生じた改質触媒を再生することが可能となる。

【0036】

また、改質器は、改質触媒が配置された改質反応部を有し、改質反応部は、混合気の流れ方向上流端および下流端の少なくとも何れか一方に、他の部位と比較して少ない量の改質触媒を備えた触媒低担持領域を含んでいると好ましい。

【0037】

かかる構成のように、改質反応部の上流端および下流端の少なくとも何れか一方を触媒低担持領域としておけば、改質反応部の触媒低担持領域以外の領域で生じた反応熱が触媒低担持領域に伝えられることになる。従って、かかる構成を採用すれば、改質器全体の放熱性を向上させることが可能となり、改質触媒の昇温を効果的に抑制することができる。

【0038】

更に、改質器の上流端を触媒低担持領域とした場合、改質器の上流端における改質反応の進行が抑制されるので、一般に改質器の上流側で生じやすい改質触媒の過剰な昇温を防止することができる。また、この場合、改質反応部の上流端における触媒低担持領域は、下流側領域から熱が伝えられて適度に昇温するので、改質器に供給された燃料を触媒低担持領域で気化させると共に、空気と良好に混合させることが可能となる。

【0039】

本発明による内燃機関の運転方法は、改質触媒を有し、炭化水素系燃料と空気との混合気を改質してCOおよびH₂を含む改質ガスを生成する改質器を備え、この改質器により生成された改質ガスを燃焼室内で燃焼させて動力を発生する内燃機関の運転方法において、改質器の改質効率が所定範囲内に維持されるように改質器における空燃比を設定することを特徴とする。

【0040】

【発明の実施の形態】

以下、図面と共に本発明による内燃機関および内燃機関の運転方法の好適な実施形態について詳細に説明する。

【0041】

〔第1実施形態〕

図 1 は、本発明の第 1 実施形態に係る内燃機関の概略構成図である。同図に示される内燃機関 1 は、エンジンプロック 2 に形成された複数の燃焼室 3 内で燃焼成分を含む混合気を燃焼させ、燃焼室 3 内でピストン 4 を往復移動させることにより動力を発生するものである。各燃焼室 3 には、吸気管 5 および排気管 6 が接続されており、各吸気ポートには、吸気弁 7 が、各排気ポートには、排気弁 8 がそれぞれ備えられている。また、内燃機関 1 は、各燃料室 3 ごとに点火プラグ 9 を有している。

【 0 0 4 2 】

図 1 に示されるように、吸気管 5 は、サージタンク 1 0 に接続されており、サージタンク 1 0 には、給気管（給気路）L 1 が接続されている。給気管 L 1 は、エアクリーナ 1 1 を介して図示されない空気取入口に接続されており、その中途（サージタンク 1 0 とエアクリーナ 1 1 との間）には、電子スロットル（調整手段）1 2 が組み込まれている。また、給気管 L 1 からは、エアクリーナ 1 1 と電子スロットル 1 2 との間に定められた分岐部 B P においてバイパス管 L 2 が分岐されている。バイパス管 L 2 は、中途に流量調整弁 1 4 を有し、その先端（分岐部 B P 側の端部と反対側の端部）は、改質器 2 0 に接続されている。

【 0 0 4 3 】

改質器 2 0 は、上述のバイパス管 L 2 が接続された空燃混合部 2 1 と、空燃混合部 2 1 に隣接する改質反応部 2 2 とを含む。空燃混合部 2 1 には、バイパス管 L 2 に加えて、ガソリン等の炭化水素系燃料を噴射する燃料噴射装置 1 5 が接続されている。また、改質反応部 2 2 には、例えばジルコニアにロジウムを担持させた改質触媒が配置されている。そして、改質器 2 0 の出口は、接続管 L 3 を介してサージタンク 1 0 に接続されている。これにより、改質器 2 0 は、給気管 L 1 をバイパスするように配置されることになる。

【 0 0 4 4 】

一方、給気管 L 1 の分岐部 B P の上流側（分岐部 B P とエアクリーナ 1 1 との間）には、空気取入口から取り入れられた空気の総量を検出するエアフローメータ 1 6 が設置されている。また、バイパス管 L 2 には、分岐部 B P と流量調整弁 1 4 との間に、バイパス管 L 2 を流通する空気の量を検出するエアフローメータ

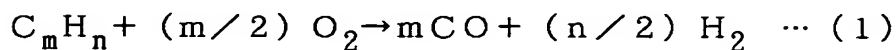
17が設置されている。更に、接続管L3には、改質器20の器内温度（改質触媒の床温）を検出する温度センサ18が設置されている。また、燃焼室3に接続された排気管6には、排気管6を流通する排気の空燃比を検出する排気A/Fセンサ19が設置されている。

【0045】

これらのエアフローメータ16、17、温度センサ18および排気A/Fセンサ19は、それぞれECU50に接続されている。ECU50は、CPU、ROM、RAM、上記センサ類が接続される入出力ポート、および、各種情報等が記憶される記憶装置等を含む。また、ECU50には、アクセル51から踏み込み量を示す信号が与えられると共に、回転数センサ52から内燃機関1の実際の回転数を示す信号が与えられる。そして、ECU50は、エアフローメータ16、17、温度センサ18、排気A/Fセンサ19等の検出値や、アクセル51および回転数センサ52からの信号等に基づいて、電子スロットル12や流量調整弁14の開度、燃料噴射装置15による燃料噴射量、点火プラグ9の点火タイミング等を制御する。

【0046】

このように構成された内燃機関1を動作させる際、改質器20の空燃混合部21には、ECU50によって開度調整されるバイパス管L2の流量調整弁14を介して空気が導入されると共に、ECU50によって制御される燃料噴射装置15からガソリン等の燃料が噴射される。ガソリン等の燃料は、空燃混合部21にて気化すると共にバイパス管L2からの空気と混ざり合い、改質反応部22へと流れ込む。改質反応部22では、改質触媒により炭化水素系燃料と空気とが反応させられ、次の(1)式にて表わされる部分酸化反応が進行することにより、COおよびH₂を含む改質ガスが生成される。そして、生成された改質ガスは、改質器20の出口から、接続管L3を介してサージタンク10内に導入されることになる。



【0047】

また、サージタンク10内には、ECU50によって開度調整される給気管L

1の電子スロットル12を介して空気が導入される。従って、改質器20からサージタンク10内に導入された改質ガスは、サージタンク10内で更に空気と混合された後、各燃焼室3内に吸入される。そして、所定のタイミングで点火プラグ9が点火されると、燃焼室3内で燃焼成分であるCOおよびH₂が燃焼してピストン4を往復移動させ、これにより、内燃機関1から動力を得ることができる。なお、この内燃機関1では、改質器20に対する空気および燃料の供給を停止させ、吸気管5に装備された燃料噴射装置15xから燃料を噴射させて動力を得ることも可能である。

【0048】

さて、上述の内燃機関1では、改質器20の改質効率と改質器20における混合気の空燃比との相関関係等を踏まえて、ECU（空燃比制御手段）50により、改質器20の改質効率が実用上良好な所望範囲内に維持されるように、改質器20における燃料および空気の混合気の空燃比が概ね一定に設定される。従って、内燃機関1では、改質器20によって生成される改質ガス中の燃焼成分COおよびH₂の割合が常に良好に把握されることになる。これにより、改質器20から所望の改質ガスを燃焼室3に供給して、内燃機関1を要求された条件に正確に応じるように動作させることが可能となる。

【0049】

ここで、改質器20における混合気の空燃比と改質器20の改質効率とは、図2に示されるような相関関係を有している。図2は、改質器20に供給される燃料中の炭素原子に対する空気中の酸素原子の比O/Cと、改質器20における燃料転化率との関係を示すグラフである。この場合、O/Cは、改質器20に供給される混合気の空燃比と実質的に等価なものであり、燃料転化率は、改質効率を評価するための一つのパラメータである。同図からわかるように、改質器20における燃料転化率は、改質器20における混合気のO/Cに応じて変化し、O/Cが1になるまでの間は、O/Cに概ね比例して増加するが、O/Cが1を超えると、改質器20の燃料転化率の増加は認められなくなる。

【0050】

この場合、実用面から見れば、改質器20の改質効率、すなわち、改質器20

における燃料転化率は、最低でもおよそ40%程度に維持される必要がある。これは、改質器20における混合気のO/Cと改質器20から得られる改質ガス中の H_2 濃度との相関関係（図3）からわかるように、O/Cがおよそ0.4の時に燃料転化率がおよそ40%となり、O/Cが0.4を下回ると、改質器20から得られる改質ガス中の H_2 濃度が極端に低下するからである。更に、改質器20における混合気のO/Cと改質器20の触媒床温との相関関係（図4）からわかるように、O/Cが0.4を下回ると、触媒床温は700℃を下回り、改質触媒におけるコーキングの発生のおそれが高まってしまう。

【0051】

また、図3からは、O/Cが0.8程度であれば、改質器20から得られる H_2 の濃度はピーク時とほぼ遜色なくなることがわかる。従って、改質器20の改質効率、すなわち、改質器20における燃料転化率は、O/Cが0.8程度である場合のおよそ80%以上に設定されると、実用上より好ましいといえる。

【0052】

一方、図2からわかるように、O/Cが1を超えると、改質器20の燃料転化率の増加は認められなくなり、その分、 H_2 濃度が低下してしまう。また、図4からわかるように、触媒床温は、O/Cが1.05を超えたあたりから上昇を開始し、O/Cが1.1を超えると、急激に上昇する。従って、改質器20における改質効率を実用上良好に保つO/Cの上限は、およそ1.1程度、より好ましくは、1.05程度とすることができる。

【0053】

これらを踏まえて、内燃機関1では、改質器20に供給される燃料中の炭素原子に対する空気中の酸素原子の比O/Cが、およそ0.4～1.1の範囲内、より好ましくは、0.8～1.05の範囲内の一定値（本実施形態では、O/C=1）に常時設定される。これにより、改質器20における燃料転化率をおよそ40～100%、より好ましくは、およそ80～100%の範囲内で概ね一定にすることができる。

【0054】

具体的には、ECU50は、まず、アクセル51からの信号に示されるアクセ

ル踏み込み量に応じた内燃機関1の目標トルク（アイドル時には、所定の目標回転数）を設定する。更に、ECU50は、改質器20における混合気のO/Cが一定の値（ $O/C=1$ ）になり、かつ、実際の出力トルク（回転数）と目標トルク（目標回転数）とが一致するように、改質器20に供給すべき空気の量（改質空気供給量）および燃料噴射装置15からの燃料噴射量、すなわち、改質器20に供給される混合気の量を設定する。これと同時に、ECU50は、燃焼室3に吸入される混合気の空燃比を所望の値にするために電子スロットル12からサージタンク10内に供給すべき空気の量（混合空気量）を設定する。

【0055】

そして、ECU50は、バイパス管L2のエアフローメータ17の検出値と先に定めた改質空気供給量とが一致するように流量調整弁14の開度を調節すると共に、燃料噴射装置15から先に定めた量の燃料を噴射させる。また、ECU50は、給気管L1のエアフローメータ16の検出値とバイパス管L2のエアフローメータ17の検出値との偏差が先に定められた混合空気量と一致するように電子スロットル12の開度を調節する。これにより、改質器20の改質効率が所望範囲内に保たれると共に、燃焼室3における混合気の空燃比が所望の値に設定され、内燃機関1に所望のトルクを発生させることが可能となる。

【0056】

なお、上述の内燃機関1において、改質器20の上流側（分岐部BPと改質器20との間）に流量調整弁14を設ける代わりに、図5に示されるように、改質器20の下流側、すなわち、改質器20とサージタンク10とを結ぶ接続管L3に流量調整弁14が設けられてもよい。このような構成を採用しても、改質器20に空気および燃料の混合気を精度よく供給することができる。また、このような構成のもとでは、流量調整弁14を閉鎖することにより、内燃機関1の動作中に改質器20を停止させた際、改質反応部22で増加した未改質HCが燃焼室3内に吸入されてしまうことを防止することができる。

【0057】

更に、上述の内燃機関1において、図6に示されるように、給気管L1とバイパス管L2との分岐部BPに三方流量調整弁14xが備えられてもよい。この場

合、電子スロットル12は、三方流量調整弁14xの上流側かつエアフローメータ16との間に配置され、バイパス管L2のエアフローメータは省略され得る。また、三方流量調整弁14xによる分岐部BPから改質器20への改質空気供給量と、分岐部BPからサージタンク10への混合空気量は、ECUによって個別に設定される。このような構成のもとでは、最終的に燃焼室3内に供給される空気の量を電子スロットル12のみによって設定可能となるので、機関全体の制御性を向上させることができる。

【0058】

また、図7に示されるように、分岐部BPと改質器20との間にエアポンプAPが配置されてもよい。この場合、ECUは、バイパス管L2のエアフローメータ17の検出値と、要求される改質空気供給量とが一致するようにエアポンプAPに対する供給電力を設定する。このような構成を採用しても、改質器20に空気および燃料の混合気を精度よく供給することができる。

【0059】

更に、給気管L1のエアフローメータ16は、図8に示されるように、分岐部BPの下流側（分岐部BPとサージタンク10との間）に配置されてもよい。この場合、最終的に燃焼室3に供給される空気の量は、エアフローメータ16および17の検出値の合計となる。また、図9に示されるように、給気管L1のエアフローメータを省略する一方、サージタンク10に圧力センサ13を配置し、圧力センサ13の検出値に基づいて、最終的に燃焼室3に供給される混合気の量（空燃比）を求めてもよい。これらの構成を採用しても、改質器20および燃焼室3に空気および燃料の混合気を精度よく供給することができる。

【0060】

また、第2実施形態に関連して詳説されるように、改質器20の器内温度（触媒床温）と改質器20における混合気の空燃比とは相関関係を有していることから、温度センサ18によって検出される改質器20の器内温度（触媒床温）から改質器20における混合気の空燃比（O/C）を推定することができる。従って、ECU50は、温度センサ18の検出値に基づいて改質器20における混合気のO/C（空燃比）を推定し、推定したO/Cが0.4～1.1の範囲内、より好

ましくは、0.8～1.05の範囲内の一定値（例えば、 $O/C=1$ ）になり、かつ、目標トルクに応じるように、改質器20に供給される混合気の量を設定するものとして構成されてもよい。このような構成を採用すれば、バイパス管L2からエアフローメータを省略して機関全体のコストを低下させると共に、省スペース化を図ることができる。

【0061】

〔第2実施形態〕

以下、図10～図21を参照しながら、本発明の第2実施形態に係る内燃機関について説明する。なお、上述の第1実施形態に関連して説明されたものと同一の要素には同一の参照符号が付され、重複する説明は省略される。

【0062】

図10に示される内燃機関1Aは、基本的に、上述の第1実施形態に係る内燃機関1と同様の構成を有するものであるが、第2実施形態に係る内燃機関1Aでは、バイパス管L2から、改質器20の上流側に配置されたエアフローメータが省略されており、機関全体のコストダウン化および省スペース化が図られている。また、内燃機関1Aでは、改質反応部22の上流側端部（空燃混合部21側の端部）に、電熱器等のプレヒータ23が配置されている。以下、このように構成された内燃機関1Aの動作を、アイドルオフ時、アイドル時、改質器の始動時および改質器の停止時に分けて具体的に説明する。

【0063】

（アイドルオフ時）

図11に示されるように、ECU50に対してアクセル51からアクセル踏み込み量を示す信号が与えられ、アイドル状態からアイドルオフ状態に移行すると、ECU50は、アクセル51からの信号に応じた内燃機関1Aの目標トルクを定める（S10）。目標トルクを定めた後、ECU50は、改質器20に供給すべき空気の量（改質空気供給量）、燃料噴射装置15からの燃料噴射量および電子スロットル12の開度を同時に設定する（S12）。

【0064】

すなわち、S12にて、ECU50は、図12に例示されるマップから、S1

0にて定めた目標トルクに対応する改質空気供給量を求めると共に、求めた改質空気供給量との関係で、改質器20における混合気のO/Cが1になるように燃料噴射装置15からの燃料噴射量を算出する。同時に、S12にて、ECU50は、図13に例示されるマップから、S10にて定めた目標トルクに対応する電子スロットル12の開度を求める。

【0065】

ここで、図12の改質空気供給量を設定するためのマップは、目標トルクと改質器20に供給すべき空気の量（改質空気供給量）との関係を規定するように予め作成されており、ECU50の記憶装置に記憶されている。また、図13のスロットル開度を設定するためのマップは、図12のマップから求められる改質空気供給量と、改質器20における混合気のO/Cが1になるように算出される燃料噴射量とを踏まえた上で、燃焼室3に吸入される混合気の空燃比を所望の値にするための電子スロットル12の開度を目標トルクに応じて規定するように予め作成されている。スロットル開度を設定するためのマップも、ECU50の記憶装置に記憶されている。

【0066】

これにより、S12の処理において、改質器20に供給される混合気の量（改質空気供給量+燃料噴射量）と、燃焼室3に吸入される混合気の量（改質ガス+電子スロットル12からの空気）との双方が目標トルクに応じて同時に設定される。また、改質器20における混合気の空燃比は、概ね一定（O/C=1）に設定され、燃焼室3における混合気の空燃比は、例えば理想空燃比等の所望の値に設定される。

【0067】

そして、ECU50は、S14にて、電子スロットル12の開度をS12にて求めた開度に設定すると共に、給気管L1のエアフローメータ16の指示値が、S12にて求めた改質空気供給量と、S12にて求めた電子スロットル12の開度に対応する流量との和になるように流量調整弁14を制御し、更に、燃料噴射装置15からS12にて求めた量の燃料を噴射させる。この際、改質器20における混合気の空燃比を正確に設定するために、流量調整弁14からの空気供給が

安定した段階で燃料噴射装置15から燃料を噴射させることが好ましい。

【0068】

S14の処理を実行した後、ECU50は、S16にて、以下に説明される燃料噴射量補正ルーチン（図14）およびスロットル開度補正ルーチン（図17）を実行する。これにより、改質器20の改質効率を概ね一定に保ちつつ、燃焼室3における混合気の空燃比を所望の値となるように設定することが可能となり、実際の実出力トルクを目標トルクに精度よく一致させることができる。なお、アイドルオフ状態が継続される間、上述のS10～S16の処理が繰り返されることになる。

【0069】

図14は、S16における燃料噴射量補正ルーチンを説明するためのフローチャートである。同図に示されるように、ECU50は、S14の処理を実行した後に、接続管L3に配置されている温度センサ18から受け取った信号に基づいて、改質器20の改質反応部22における触媒床温を求める（S100）。改質器20における触媒床温を求めた後、ECU50は、求めた触媒床温と、S12にて定めた燃料噴射量と、図15に例示されるマップとを用いて、改質器20における混合気の空燃比（O/C）を推定する（S102）。

【0070】

ここで、触媒床温と改質器20における混合気のO/C（空燃比）とは相関関係を有しており、改質器20における混合気のO/Cによって改質反応部22における触媒床温が変化する。また、触媒床温は、改質器20に供給されている燃料の量によっても変化する。改質器20に供給されている燃料の量が多いほど、触媒床温が上昇する。これを踏まえて、内燃機関1Aでは、触媒床温と改質器20における混合気のO/Cとの相関関係を改質器20への燃料噴射量に応じて規定（補正）するマップ（図15）が予め作成されており、ECU50の記憶装置に記憶されている。そして、このようなマップを用いることにより、改質反応部22における触媒床温と改質器20に供給されている燃料の量とから、改質器20における混合気のO/C（空燃比）を精度よく求めることが可能となる。

【0071】

ECU50は、改質器20における混合気のO/Cを推定した後、O/Cの推定値が予め定められている第1の閾値OCLを下回っているか否かを判定する（S104）。第1の閾値OCLは、例えば、S12にて決定されるO/Cの目標値よりも所定量（所定の割合）だけ小さい値として定められる。そして、ECU50は、S104にてO/Cの推定値が閾値OCLを下回っていると判断した場合、O/Cの推定値と閾値OCLとの偏差に応じた量、あるいは、予め定められた量だけ、燃料噴射装置15からの燃料噴射量を（僅かに）減少させる（S106）。これにより、改質器20における混合気がリーン化されるので、O/Cを閾値OCLよりも大きくして目標値（本実施形態では、1）に近づけることができる。

【0072】

一方、ECU50は、S104にてO/Cの推定値が所定の値OCLを下回っていないと判断した場合、O/Cの推定値が予め定められている第2の閾値OCHを上回っているか否かを更に判定する（S108）。第2の閾値OCHは、例えば、S12にて決定されるO/Cの目標値よりも所定量（所定の割合）だけ大きい値として定められる。そして、ECU50は、S108にてO/Cの推定値が閾値OCHを上回っていると判断した場合、O/Cの推定値と閾値OCHとの偏差に応じた量、あるいは、予め定められた量だけ、燃料噴射装置15からの燃料噴射量を（僅かに）増加させる（S110）。これにより、改質器20における混合気がリッチ化されるので、O/Cを閾値OCHよりも小さくして目標値（本実施形態では、1）に近づけることができる。

【0073】

このように、内燃機関1Aでは、燃料噴射量補正ルーチンが実行され、推定された改質器20における混合気のO/Cを用いて改質器20に供給される燃料の量が適切にフィードバック補正されるので、改質器20におけるO/Cを一定に保って改質効率を所望範囲内に良好に維持することが可能となる。なお、ECU50は、S106またはS110の処理が終了した段階で、図11の基本処理を再度実行する。また、ECU50は、S108にてO/Cの推定値が第2の閾値OCHを上回っていないと判断した場合、燃料噴射量の補正を行なうことなく、

図11の基本処理を再度実行する。

【0074】

ところで、改質器20の改質効率が実用上良好となるのは、上述のように、 O/C がおよそ0.8~1.05の範囲内に維持される場合であるが、 O/C がおよそ0.8~1.05の範囲内にある場合、図15からわかるように、触媒床温の変動も所定範囲内に保たれる。その一方で、 O/C が例えばおよそ1.05よりも大きい場合、 O/C の変動ごとの触媒床温の変動量 ΔT （S200の処理の前後における触媒昇温の変動量）は、所定値 ΔT_1 よりも大きくなる。これを踏まえて、改質器20の改質効率を所望範囲内に維持するためには、図16に示されるように、触媒床温の変動量 ΔT に基づいて燃料噴射量を補正してもよい。

【0075】

図16に示される例において、ECU50は、S14の処理を実行した後に、一旦、燃料噴射装置15からの燃料噴射量を所定量（僅かに）減少させることにより、改質器20における混合気をリーン化する（S200）。改質器20における混合気をリーン化した後、ECU50は、温度センサ18からの信号に基づいて、S200の処理後における触媒床温の変動量 ΔT を求め（S202）、求めた触媒床温の変動量 ΔT が所定値 ΔT_1 を上回っているか否かを判定する（S204）。ECU50は、S202にて触媒床温の変動量 ΔT が所定値 ΔT_1 を上回っていないと判断した場合、S200~S204までの処理を繰り返す。

【0076】

一方、ECU50は、S204にて触媒床温の変動量 ΔT が所定値 ΔT_1 を上回っていると判断した場合、改質器20における混合気をリッチ化すべく燃料噴射装置15による燃料噴射量を所定量（所定の割合）だけ増加させる（S206）。改質器20における混合気をリッチ化した後、ECU50は、温度センサ18からの信号に基づいて、S206の処理後における触媒床温の変動量 ΔT を求め（S208）、求めた触媒床温の変動量 ΔT が所定値 ΔT_1 を下回っているか否かを判定する（S210）。ECU50は、S210にて触媒床温の変動量 ΔT が所定値 ΔT_1 を下回っていないと判断した場合、S206~S210までの処理を繰り返す。そして、S210にて、触媒床温の変動量 ΔT が所定値 ΔT_1

を下回っていると判断された場合、ECU50の処理は、図11の基本処理に戻る。このような手順に従って燃料噴射量補正ルーチンが実行された場合、改質器20における混合気のO/CがO/C=1近傍の変極点を超えないほぼ一定値に維持されるように、改質器20に供給される燃料の量が補正されるので、改質器20の改質効率を所望範囲内に良好に維持することが可能となる。

【0077】

図17は、S16におけるスロットル開度補正ルーチンを説明するためのフローチャートである。同図に示されるように、ECU50は、S14の処理を実行した後に、排気管6に配置されている排気A/Fセンサ19から受け取った信号に基づいて、燃焼室3内における空燃比を求める(S300)。燃焼室3内における空燃比を求めた後、ECU50は、求めた燃焼室3内の空燃比が予め定められている第1の閾値AF1を下回っているか否かを判定する(SS302)。第1の閾値AF1は、例えば、エンジン回転数やエンジン負荷状態等により決定される燃焼室3内の目標空燃比よりも所定量(所定の割合)だけ小さい値として定められる。

【0078】

ECU50は、S302にて燃焼室3内の空燃比が閾値AF1を下回っていると判断した場合、燃焼室3への混合気がリーン化されるように、燃焼室3内の空燃比と閾値AF1との偏差に応じた量、あるいは、予め定められた量だけ電子スロットル12の開度を(僅かに)増加させる(S304)。一方、ECU50は、S302にて燃焼室3内の空燃比が閾値AF1を下回っていないと判断した場合、求めた燃焼室3内の空燃比が第2の閾値AF2を上回っているか否かを更に判定する(S306)。第2の閾値AF2は、例えば、エンジン回転数やエンジン負荷状態等により決定される燃焼室3内の目標空燃比よりも所定量(所定の割合)だけ大きい値として定められる。そして、ECU50は、S306にて燃焼室3内の空燃比が閾値AF2を上回っていると判断した場合、燃焼室3への混合気がリッチ化されるように、燃焼室3内の空燃比と閾値AF2との偏差に応じた量、あるいは、予め定められた量だけ電子スロットル12の開度を(僅かに)減少させる(S308)。

【0079】

このように、内燃機関1Aでは、スロットル開度補正ルーチンが実行され、燃焼室3内における混合気の空燃比を用いて電子スロットル12の開度が適切にフィードバック補正されるので、燃焼室3における混合気の空燃比を所望の値となるように正確に設定可能となる。なお、ECU50は、S304またはS308の処理が終了した段階で、図11の基本処理を再度実行する。また、ECU50は、S306にて燃焼室3内の空燃比が閾値AF2を上回っていないと判断した場合、スロットル開度の補正を行なうことなく、図11の基本処理を再度実行する。

【0080】

(アイドル時)

図18に示されるように、内燃機関1Aの動作状態がアイドル状態にある場合、ECU50は、内燃機関1Aの目標回転数を定める(S20)。ECU50は、目標回転数を定めた後、改質器20に供給すべき空気の量(改質空気供給量)、燃料噴射装置15からの燃料噴射量および電子スロットル12の開度を同時に設定する(S22)。

【0081】

この場合、S22にて、ECU50は、目標回転数と改質器20に供給すべき空気の量(改質空気供給量)との関係を規定するように予め作成されたマップ(図示省略)から、目標回転数に応じた改質空気供給量を求める。また、S22にて、ECU50は、求めた改質空気供給量との関係で、改質器20における混合気のO/Cが1になるように燃料噴射装置15からの燃料噴射量を算出する。更に、S22にて、ECU50は、マップから求められる改質空気供給量と、改質器20における混合気のO/Cが1になるように算出される燃料噴射量とを踏まえた上で、燃焼室3に吸入される混合気の空燃比を所望の値にするための電子スロットル12の開度を目標回転数に応じて規定するように予め作成されたマップから、電子スロットル12の開度を求める。

【0082】

これにより、S22の処理において、改質器20に供給される混合気の量(改

質空気供給量＋燃料噴射量）と、燃焼室 3 に吸入される混合気の量（改質ガス＋電子スロットル 12 からの空気）との双方が目標回転数に応じて同時に設定される。また、改質器 20 における混合気の空燃比は、概ね一定（ $O/C = 1$ ）に設定され、燃焼室 3 における混合気の空燃比は、エンジン回転数やエンジン負荷状態等に応じた所望の値に設定される。

【0083】

そして、ECU 50 は、S 24 にて、電子スロットル 12 の開度を S 22 にて求めた開度設定すると共に、給気管 L 1 のエアフローメータ 16 の指示値が、S 22 にて求めた改質空気供給量と、S 22 にて求めた電子スロットル 12 の開度に対応する流量との和になるように流量調整弁 14 を制御し、更に、燃料噴射装置 15 から S 22 にて求めた量の燃料を噴射させる。S 24 の処理を実行した後、ECU 50 は、回転数センサ 52 からの信号に基づいて内燃機関 1 A の実際の回転数を求めると共に、求めた実際の回転数が S 20 にて定めた目標回転数よりも所定量（所定の割合）だけ小さい閾値 N_{e1} を下回っているか否かを判定する（S 26）。ECU 50 は、S 26 にて実際の回転数が閾値 N_{e1} を下回っていると判断した場合、改質空気供給量が増加するように流量調整弁 14 を制御する（S 28）。この場合、S 22 にて改質器 20 における混合気の O/C を 1 にするように燃料噴射量が算出されていることから、改質空気供給量が増加すれば、それに合わせて燃料噴射量も増加することになる。なお、燃焼室 3 における混合気の空燃比を所望の値に維持するために、ECU 50 は、改質空気供給量と燃料噴射量との増加分に応じて電子スロットル 12 の開度を調節する。

【0084】

また、ECU 50 は、S 26 にて実際の回転数が閾値 N_{e1} を下回っていないと判断した場合、求めた実際の回転数が S 20 にて定めた目標回転数よりも所定量（所定の割合）だけ大きい閾値 N_{e2} を上回っているか否かを更に判定する（S 30）。ECU 50 は、S 30 にて実際の回転数が閾値 N_{e2} を上回っていると判断した場合、改質空気供給量が減少するように流量調整弁 14 を制御する（S 32）。この場合も、S 22 にて改質器 20 における混合気の O/C を 1 にするように燃料噴射量が算出されていることから、改質空気供給量が減少すれば、

それに合せて燃料噴射量も減少することになる。なお、燃焼室3における混合気の空燃比を所望の値に維持するために、ECU50は、改質空気供給量と燃料噴射量との減少分に応じて電子スロットル12の開度を調節する。一方、S30にて、実際の回転数が閾値 N_{e2} を上回っていないと判断された場合、改質空気供給量の補正は行なわれない。そして、アイドル状態が継続される間、上述のS50～S56の処理が繰り返されることになる。これにより、内燃機関1Aでは、アイドル時においても、改質器20の改質効率を概ね一定に保ちつつ、実際の出力トルクを目標トルクに精度よく一致させることが可能となる。

【0085】

(改質器の始動時)

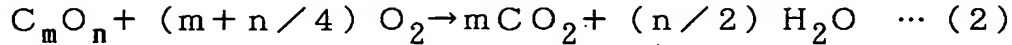
内燃機関1Aを始動させるために、改質器20に対する混合気の供給が開始される段階では、改質反応部22の改質触媒は十分に活性化されてはいないことが多い。このため、改質器20に対する混合気の供給を開始するに際して、ECU50は、図19に示されるように、まず、改質反応部22の上流側端部に配置されているプレヒータ23を作動させる。これにより、改質器20の改質反応部22における触媒床温は徐々に上昇していく。また、ECU50は、プレヒータ23の作動開始後、温度センサ18により検出される触媒床温(改質器20の器内温度)をモニタする。

【0086】

ECU50は、温度センサ18からの信号に基づいて、触媒床温が所定温度 T_a に達したと判断した場合、改質器20に対する流量調整弁14からの空気の供給および燃料噴射装置15からの燃料噴射を開始させる。この際、ECU50は、図19に示されるように、改質器20における混合気の O/C が1よりも大きい所定の値になるように流量調整弁14と燃料噴射装置15とを制御する。

【0087】

このように、内燃機関1Aでは、改質器20に対する混合気の供給が開始される際に、改質器20における混合気が定常運転時($O/C=1$)よりもリーン化($O/C>1$)される。これにより、改質反応部22では、上記(1)式の部分酸化反応よりも発熱量が大きい(2)式の完全酸化反応が進行しやすくなる。



【0088】

この結果、内燃機関1Aでは、改質器20に対する混合気の供給を開始した直後に、改質触媒での燃料の着火が促進されることになり、図19に示されるように、触媒温度の上昇度（変動量）を大きくして、改質触媒を活性温度Tbまで短時間のうちに昇温させることが可能となる。また、このような構成を採用することにより、図19に示されるように改質触媒が活性温度Tbに達する前にプレヒートを停止させるか（プレヒート時間を短縮化させるか）、あるいは、プレヒート温度（プレヒータ23への供給電力）を低下させることが可能となる。

【0089】

なお、ECU50は、温度センサ18からの信号に基づいて、触媒床温が所定温度Taに達したと判断した場合、改質器20における混合気のO/Cを定常時の1に設定する。これにより、改質器20の改質効率が所望範囲内に維持されると共に、改質触媒の過剰な昇温が抑制される。

【0090】

（改質器の停止時）

内燃機関1Aを停止させたり、いわゆる冷間始動に際して吸気管5の燃料噴射装置15xから燃料を噴射させて内燃機関1Aを作動させたりするために、改質器20に対する混合気の供給が停止される場合、改質器20の改質反応部22が一時的に酸素過剰な状態になって触媒床温が急激に上昇し、改質触媒を劣化させてしまうおそれがある。これを防止するために、内燃機関1Aでは、図20および図21に示されるような手順に従って、改質器20に対する混合気の供給が停止させられる。

【0091】

この場合、ECU50は、改質器20に対する混合気の供給を停止すべき旨の指令を受け取ると、まず、流量調整弁14を完全に閉鎖させ、バイパス管L2を介した空気の供給を完全に停止させる（S40）。流量調整弁14を閉鎖させた後、ECU50は、温度センサ18からの信号に基づいて、改質反応部22の触媒床温Tが所定温度T1を下回っているか否かを判定する（S42）。そして、

ECU50は、S42にて触媒床温Tが所定温度T1を下回っていると判断した場合、燃料噴射装置15を停止させ、改質器20に対する燃料供給を停止させる(S44)。

【0092】

このように、内燃機関1Aでは、改質器20に対する燃料の供給停止に先立って空気の供給が停止させられる。これにより、改質器20内が酸素過剰な状態になることを防止して改質反応部22における反応を抑制すると共に、改質触媒(改質器20)を冷却することが可能となり、急激な昇温に起因する改質触媒の劣化を確実に防止することができる。なお、本実施形態では、S40にて流量調整弁14が完全に閉鎖され、バイパス管L2を介した空気の供給が完全に停止させられるが、これに限られるものではない。すなわち、S40の処理は、改質器20に対する空気の供給量を減少させるものであればよく、例えば、S40において、空気供給量がそれまでの値の例えば50%程度に減少させられてもよい。

【0093】

S44にて改質器20に対する燃料供給を停止させた後、ECU50は、温度センサ18からの信号に基づいて、改質反応部22の触媒床温Tが所定温度T2(ただし、 $T2 < T1$)を下回っているか否かを判定する(S46)。ここで、S44にて燃料供給を停止させた後であっても、改質器20内が酸素過剰な状態となり、図21において一点鎖線で示されるように、触媒床温Tが却って上昇してしまうことがある。このため、ECU50は、S46にて触媒床温Tが所定温度T2を下回っていないと判断した場合、触媒床温Tが所定温度T3(ただし、 $T3 > T1$)を上回っているか否かを更に判定する(S48)。

【0094】

ECU50は、S48にて触媒床温Tが所定温度T3を上回っていると判断した場合、燃料噴射装置15から所定量の燃料を再度噴射させる(S70)。このように、改質器20に対する燃料供給を一旦停止させた後であっても、触媒床温Tが上昇してしまった場合には、改質器20内が酸素過剰な状態にあるので、改質器20に対する燃料供給を再開することにより、改質器20内の酸素過剰状態を解消して触媒床温Tの更なる上昇を抑制し、改質触媒、更には、改質器20の

全体の冷却を促進させることができる。

【0095】

S50にて改質器20に対する燃料供給を再開させた後、ECU50は、触媒床温Tが所定温度T1を下回っているか否かを判定し(S42)、触媒床温Tが所定温度T1を下回っていると判断した場合、燃料噴射装置15を停止させて改質器20に対する燃料供給を停止させる(S44)。また、ECU50は、S48にて触媒床温Tが所定温度T3を上回っていないと判断した場合、再度、S46にて触媒床温Tが所定温度T2を下回っているか否かを判定する。

【0096】

S46にて、触媒床温Tが所定温度T2を下回っていると判断された場合、ECU50によって流量調整弁14の開度が予め定められた開度に設定され、バイパス管L2からの改質器20に対する空気の供給が再開される(S52)。これにより、改質器20内に残された混合気をパージすることが可能となる。更に、ECU50は、流量調整弁14を再度開放させた後、温度センサ18からの信号に基づいて、改質反応部22の触媒床温Tが所定温度T5(ただし、 $T5 < T2$)を下回っているか否かを判定する(S54)。

【0097】

ここで、S52にて空気の供給を再開した場合にも、改質器20内が酸素過剰な状態となり、図21において二点鎖線で示されるように、触媒床温Tが却って上昇してしまうことがある。このため、ECU50は、S54にて触媒床温Tが所定温度T5を下回っていないと判断した場合、更に、触媒床温Tが所定温度T4(ただし、 $T4 > T2$)を上回っているか否かを判定する(S56)。

【0098】

ECU50は、S56にて触媒床温Tが所定温度T4を上回っていると判断した場合、流量調整弁14の開度を減少させて、改質器20に対する空気の供給量を所定量だけ減少させる(S58)。このように、改質器20に対する空気の供給を再開させた後に触媒床温Tが再度上昇してしまった場合には、改質器20に対する空気の供給量を減少させることにより、触媒床温Tの更なる上昇を抑制し、改質触媒、更には、改質器20の全体の冷却を促進させることができる。

【0099】

S58にて改質器20に対する空気の供給量を減少させた後、ECU50は、触媒床温Tが所定温度T2を下回っているか否かを判定し(S46)、触媒床温Tが所定温度T2を下回っていると判断した場合、流量調整弁14の開度を予め定められた開度に設定する(S52)。また、ECU50は、S56にて、触媒床温Tが所定温度T4を上回っていないと判断した場合、再度、S54にて、触媒床温Tが所定温度T5を下回っているか否かを判定する。そして、S54にて触媒床温Tが所定温度T5を下回っていると判断された場合、ECU50によって流量調整弁14が完全に閉鎖され、バイパス管L2からの改質器20に対する空気の供給が停止され(S60)、これにより、改質器20が完全に停止されることになる。

【0100】

〔第3実施形態〕

以下、図22および図23を参照しながら、本発明の第3実施形態に係る内燃機関について説明する。なお、上述の第1実施形態等に関連して説明されたものと同一の要素には同一の参照符号が付され、重複する説明は省略される。

【0101】

図22に示される内燃機関1Bは、基本的に、上述の第2実施形態に係る内燃機関1Aと同様の構成を有するものであるが、第3実施形態に係る内燃機関1Bは、燃焼室3からの排気(不活性ガス)を改質器20に還流させることができるように構成されている。すなわち、燃焼室3に接続された排気管6からは、排気A/Fセンサ19の下流側において、排気還流管L4が分岐されている。排気還流管L4は、中途に流量調整弁14Bを有し、その先端は、流量調整弁14と改質器20との間においてバイパス管L2に接続されている。また、排気還流管L4の流量調整弁14Bは、バイパス管L2の流量調整弁14と同様に、ECU50によって制御される。これらの排気還流管L4、流量調整弁14BおよびECU50は、燃焼室3からの排気を改質器20に還流させる排気還流手段として機能する。

【0102】

このように構成される第3実施形態の内燃機関1Bにおいても、上述の内燃機関1および1Aと同様に、改質器20の改質効率が所望範囲内に維持されるように、ECU50によって改質器20における混合気の空燃比（O/C）が一定の値（O/C=1）に設定される。しかしながら、様々な要因により、改質器20内で燃料と空気とが十分に混ざり合わず、上記所望範囲内の改質効率で改質反応が行なわれなくなってしまうことも想定され得る。

【0103】

この点に鑑みて、第3実施形態に係る内燃機関1Bでは、排気還流管L4の流量調整弁14Bが常時所定の開度で開放され、燃焼室3からの排気が改質器20の空燃混合部21に還流させられる。これにより、内燃機関1Bでは、燃料と空気とを良好に混合させると共に改質反応部22内を適切に昇温させることができるので、改質器20の改質効率を上述の所望範囲内に良好に維持することが可能となる。

【0104】

一方、改質器20の触媒床温Tは、負荷の変化等に応じて急変することもあり、改質器20における温度急変により、上記所望範囲内の改質効率を得られなかったり、触媒床温Tの過剰な上昇を招いてしまったりすることも想定され得る。このため、ECU50は、図23に示されるように、温度センサ18からの信号に基づいて、常時、改質反応部22の触媒床温Tをモニタしている。

【0105】

すなわち、ECU50は、改質器20の稼動中、温度センサ18からの信号に基づいて、触媒床温Tが所定温度Txを上回っているか否かを判定する（S70）。ECU50は、S70にて触媒床温Tが所定温度Txを上回っていると判断した場合、排気還流管L4の流量調整弁14Bの開度を所定量だけ増加させ、燃焼室3から改質器20への排気還流量を増加させる（S72）。これにより、内燃機関1Bでは、負荷の急変等によって触媒床温Tが急激に上昇したような場合であっても、燃焼室3から改質器20に還流される排気（不活性ガス）を利用して、触媒床温Tの更なる上昇を抑制し、改質触媒、更には、改質器20の全体を冷却させることが可能となる。

【0106】

また、ECU50は、S70にて触媒床温Tが所定温度Txを上回っていないと判断した場合、触媒床温Tが所定温度Ty（ただし、 $T_y < T_x$ ）を下回っているか否かを更に判定する（S74）。ECU50は、S74にて触媒床温Tが所定温度Tyを下回っていると判断した場合、排気還流管L4の流量調整弁14Bの開度を所定量だけ減少させ、燃焼室3から改質器20への排気還流量を減少させる（S76）。これにより、燃焼室3から改質器20に対して必要以上に排気を還流することが防止され、改質器20の改質効率を上述の所望範囲内に常時維持することが可能となる。

【0107】

なお、S74にて、触媒床温Tが所定温度Tyを下回っていないと判断された場合、すなわち、触媒床温TがTy以上かつTx以下である場合には、排気還流管L4の流量調整弁14Bの開度は変更されず、定常時の開度に維持される。これにより、改質器20の改質効率は、上述の所望範囲内に確実に維持されることになる。

【0108】

また、本実施形態では、内燃機関1Bを停止させたり、いわゆる冷間始動に際して吸気管5の燃料噴射装置15xから燃料を噴射させて内燃機関1Bを作動させたりするために、改質器20に対する混合気の供給が停止される場合、燃焼室3から改質器20に還流される排気の量が増加させられる。

【0109】

すなわち、内燃機関1BのECU50は、改質器20に対する混合気の供給を停止すべき旨の指令を受け取ると、排気還流管L4の流量調整弁14Bの開度を定常時よりも所定量だけ増加させる。これにより、改質器20に対する混合気の供給を停止させる際に、改質器20内が酸素過剰な状態になることを防止して改質反応部22における反応を抑制すると共に、改質触媒（改質器）を冷却することができる。これにより、改質触媒の急激な昇温に起因する劣化を確実に防止することが可能となる。

【0110】

〔第4実施形態〕

以下、図24および図25を参照しながら、本発明の第4実施形態に係る内燃機関について説明する。なお、上述の第1実施形態等に関連して説明されたものと同一の要素には同一の参照符号が付され、重複する説明は省略される。

【0111】

図24に示される内燃機関1Cは、基本的に、上述の第2実施形態に係る内燃機関1Aと同様の構成を有するものであるが、第4実施形態に係る内燃機関1Cは、上述の内燃機関1、1Aおよび1Bに備えられていたものとは異なる改質器20Cを含む。改質器20Cは、図24に示されるように、混合気の流れ方向に沿って配設された複数の改質反応部22aおよび22bを有し、改質反応部22aおよび22bの間には、改質触媒が配置されていない空間である空気供給部（酸素供給部）24が画成されている。

【0112】

また、バイパス管L2からは、給気管L1との分岐部BPと流量調整弁14との間において、分岐管L5が分岐されている。分岐管L5は、中途に流量調整弁14Cを有し、その先端は、改質反応部22aおよび22bの間の空気供給部24に接続されている。分岐管L5の流量調整弁14Cは、バイパス管L2の流量調整弁14と同様に、ECU50によって制御される。これらの分岐管L5、流量調整弁14CおよびECU50は、改質反応部22aおよび22bの間に定められた空気供給部24に空気（酸素）を供給する手段として機能する。

【0113】

このように構成される内燃機関1Cでは、改質器20Cの全体における混合気のO/Cが一定の値（ $O/C=1$ ）になり、かつ、実際の出カトルク（回転数）と目標トルク（目標回転数）とが一致するように、バイパス管L2および分岐管L5を介して改質器20Cに供給される空気の量（改質空気供給量）および燃料噴射装置15からの燃料噴射量、すなわち、改質器20Cに供給される混合気の量が設定される。

【0114】

ここで、改質反応は極めて短時間のうちに進行することから、改質器の器内温

度（触媒床温）は、混合気の流れ方向上流側で高くなる傾向にあり、この傾向が顕著になればなるほど、流れ方向上流側の改質触媒の劣化が進んでしまう。また、改質器（改質触媒）の上流側において空気と燃料とが十分に混ざり合っていない場合、酸素過剰な領域では上記（２）式の完全酸化反応が進行して改質触媒が昇温してしまい、燃料過剰な領域では改質反応が十分進行せず、未改質HCがそのまま改質ガスに混入されてしまうおそれがある。

【0115】

これを踏まえて、第4実施形態に係る内燃機関1Cでは、空気供給部24よりも流れ方向上流側に配置された改質反応部22aに供給される混合気がリッチ化される。すなわち、内燃機関1Cでは、改質器20Cの空燃混合部21における混合気のO/Cが1よりも小さい値になるように、ECU50によってバイパス管L2の流量調整弁14および分岐管L5の流量調整弁14Cの開度が適切に調節される。これにより、空気供給部24よりも上流側の改質反応部22aにおける改質触媒の過剰な昇温を防止することができる。

【0116】

この場合、空気供給部24よりも上流側の改質反応部22aには、未改質HCが残されることになるが、未改質HCは、昇温した改質反応部22aにて概ね気化され、空気供給部24にて酸素と混ざり合った後、空気供給部24よりも下流側の改質反応部22bで良好に改質されることになる。従って、内燃機関1Cによれば、改質触媒の局所的な劣化を防止すると共に、燃料を確実に改質させて改質器20Cの改質効率を所望範囲内に良好に維持することが可能となる。

【0117】

一方、上述のように、空気供給部24よりも上流側の改質反応部22aにおける混合気の空燃比をリッチ化した場合、当該上流側の改質反応部22aが燃料過剰な雰囲気になることにより、改質反応部22aにて改質触媒のコーキングを生じてしまうおそれもある。この点に鑑みて、内燃機関1Cでは、分岐管L5から改質器20Cの空気供給部24に空気が供給されている場合であっても、所定の運転条件が成立した際に、空気供給部24よりも上流側の改質反応部22aにおいて混合気がリーン化される。

【0118】

すなわち、図25に示されるように、内燃機関1CのECU50は、常時、空気供給部24よりも上流側の改質反応部22aでコーキングの発生のおそれがあるか否かを判定している(S80)。この場合、コーキングの発生の有無は、例えば、触媒床温、改質反応部22aに対する空気供給量および燃料供給量等を踏まえた上で、改質器20Cの稼動時間等から判定することができる。

【0119】

ECU50は、S80にて、改質反応部22aでコーキングの発生のおそれがあると判定した場合、所定時間だけ改質器20Cの空燃混合部21における混合気のO/Cが1よりも大きな値になるように、バイパス管L2の流量調整弁14および分岐管L5の流量調整弁14Cの開度を適切に設定する(S82)。これにより、改質反応部22a内を一時的に酸素過剰な状態にして、コーキングの発生を防止すると共に、コーキングを生じた改質触媒の再生を実行することが可能となる。S80にて、コーキングの発生のおそれがないと判定された場合、空燃混合部21における混合気のO/Cは、改質器20Cの空燃混合部21における混合気がリッチ化されるように通常時の1よりも小さな値に設定される(S84)。

【0120】

なお、本実施形態において、上流側の改質反応部22aの触媒担持量が下流側の改質反応部22bと比較して少なくされてもよい。また、改質反応部22aおよび22bに改質触媒を担持させたハニカム材が配置される場合、上流側の改質反応部22aに配置されるハニカム材のセル数を下流側の改質反応部22bと比較して少なくしてもよい。更に、上流側の改質反応部22aには、プレヒータが設けられてもよい。

【0121】

〔第5実施形態〕

以下、図26～図28を参照しながら、本発明の第5実施形態に係る内燃機関について説明する。なお、上述の第1実施形態等に関連して説明されたものと同じの要素には同一の参照符号が付され、重複する説明は省略される。

【 0 1 2 2 】

図 2 6 は、上述の第 1 ～ 第 3 実施形態に係る内燃機関 1、1 A および 1 B のそれぞれに適用可能な改質器 2 0 0 を示す概略構成図である。同図に示される改質器 2 0 0 では、改質反応部 2 2 が混合気の流れ方向において複数の領域 2 2 x、2 2 y および 2 2 z に区分されている。各領域 2 2 x、2 2 y および 2 2 z には、改質触媒を担持させたハニカム部材がそれぞれ配置される。そして、本実施形態では、混合気の流れ方向上流側の領域 2 2 x と、流れ方向下流側の領域 2 2 z に配置されるハニカム部材には、領域 2 2 x および 2 2 y の間に位置する領域 2 2 y のハニカム部材よりも少ない量の改質触媒が担持されている。

【 0 1 2 3 】

このように、第 5 実施形態に係る改質器 2 0 0 では、改質反応部 2 2 が、混合気の流れ方向上流端および下流端に、領域 2 2 y と比較して少ない量の改質触媒が配置された触媒低担持領域 2 2 x および 2 2 y を含んでいる。これにより、改質器 2 0 0 の稼動中、改質反応部 2 2 の上流側の領域 2 2 x における改質反応の進行が抑制されるので、一般に改質器の上流側で生じやすい改質触媒の過剰な昇温を防止することができる。

【 0 1 2 4 】

また、改質器 2 0 0 において、改質反応部 2 2 の上流側の領域 2 2 x は、下流側の領域 2 2 y から熱が伝えられて適度に昇温するので、改質器 2 0 0 の空燃混合部 2 1 に供給された燃料を上流側の領域 2 2 x で気化させると共に、空気と良好に混合させることが可能となる。更に、改質器 2 0 0 では、触媒低担持領域ではない領域 2 2 y で生じた反応熱が改質反応部 2 2 の下流側の領域 2 2 z にも伝えられることになるので、改質器 2 0 0 の全体の放熱性を向上させることが可能となり、改質触媒の昇温を効果的に抑制することができる。

【 0 1 2 5 】

なお、上述の改質器 2 0 0 では、改質反応部 2 2 の上流側の領域 2 2 x と下流側の領域 2 2 z との双方が触媒低担持領域とされているが、これに限られるものではない。すなわち、図 2 7 に示される改質器 2 0 0 A のように、改質反応部 2 2 の上流側の領域 2 2 x のみが触媒低担持領域とされてもよく、図 2 8 に示され

る改質器 2 0 0 B のように、改質反応部 2 2 の下流側の領域 2 2 z のみが触媒低担持領域とされてもよい。これらの構成を採用しても、改質器 2 0 0 A または 2 0 0 B の上流側で生じやすい改質触媒の過剰な昇温を防止すると共に、改質器 2 0 0 A または 2 0 0 B の全体の放熱性を向上させて、改質触媒の昇温を効果的に抑制することが可能となる。

【 0 1 2 6 】

また、本実施形態の改質器 2 0 0 , 2 0 0 A および 2 0 0 B において、改質反応部 2 2 の領域 2 2 x および 2 2 z に、全く触媒が担持されていないハニカム部材を配置することにより、触媒低担持領域の触媒担持量をゼロにしてもよい。このような構成を採用しても、改質器の上流側で生じやすい改質触媒の過剰な昇温を防止すると共に、改質器全体の放熱性を向上させて、改質触媒の昇温を効果的に抑制することが可能となる。更に、上述の改質器 2 0 0 , 2 0 0 A および 2 0 0 B に対して第 3 実施形態に関連して説明された空気供給部を設ければ、改質器 2 0 0 , 2 0 0 A および 2 0 0 B を上述の内燃機関 1 C に適用することが可能となる。

【 0 1 2 7 】

【発明の効果】

以上説明されたように、本発明によれば、改質器から所望の改質ガスを燃焼室に供給して、内燃機関を要求された条件に正確に応じるように動作させることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 実施形態に係る内燃機関の概略構成図である。

【図 2】

改質器における混合気の空燃比と、改質器の燃料転化率との関係を示すグラフである。

【図 3】

改質器に供給される燃料中の炭素原子に対する空気中の酸素原子の比 O/C と、改質器から得られる改質ガス中の H_2 濃度との関係を示すグラフである。

【図 4】

改質器に供給される燃料中の炭素原子に対する空気中の酸素原子の比 O/C と、改質器の触媒床温との関係を示すグラフである。

【図 5】

本発明の第 1 実施形態に係る内燃機関の変形例を示す概略構成図である。

【図 6】

本発明の第 1 実施形態に係る内燃機関の他の変形例を示す概略構成図である。

【図 7】

本発明の第 1 実施形態に係る内燃機関の他の変形例を示す概略構成図である。

【図 8】

本発明の第 1 実施形態に係る内燃機関の他の変形例を示す概略構成図である。

【図 9】

本発明の第 1 実施形態に係る内燃機関の他の変形例を示す概略構成図である。

【図 10】

本発明の第 2 実施形態に係る内燃機関の概略構成図である。

【図 11】

図 10 に示される内燃機関の動作を説明するためのフローチャートである。

【図 12】

改質空気供給量を設定するために用いられるマップを例示する模式図である。

【図 13】

スロットル開度を設定するために用いられるマップを例示する模式図である。

【図 14】

図 10 に示される内燃機関の動作を説明するためのフローチャートである。

【図 15】

改質器における混合気の空燃比を推定するために用いられるマップを例示する模式図である。

【図 16】

図 10 に示される内燃機関の動作を説明するためのフローチャートである。

【図 17】

図 1 0 に示される内燃機関の動作を説明するためのフローチャートである。

【図 1 8】

図 1 0 に示される内燃機関の動作を説明するためのフローチャートである。

【図 1 9】

図 1 0 に示される内燃機関の動作を説明するためのタイムチャートである。

【図 2 0】

図 1 0 に示される内燃機関の動作を説明するためのフローチャートである。

【図 2 1】

図 2 0 のフローチャートに従って図 1 0 の内燃機関が動作する際の触媒床温の推移を示すグラフである。

【図 2 2】

本発明の第 3 実施形態に係る内燃機関の概略構成図である。

【図 2 3】

図 2 2 に示される内燃機関の動作を説明するためのフローチャートである。

【図 2 4】

本発明の第 4 実施形態に係る内燃機関の概略構成図である。

【図 2 5】

図 2 4 に示される内燃機関の動作を説明するためのフローチャートである。

【図 2 6】

本発明の第 5 実施形態に係る改質器を示す概略構成図である。

【図 2 7】

本発明の第 5 実施形態に係る改質器の変形例を示す概略構成図である。

【図 2 8】

本発明の第 5 実施形態に係る改質器の他の変形例を示す概略構成図である。

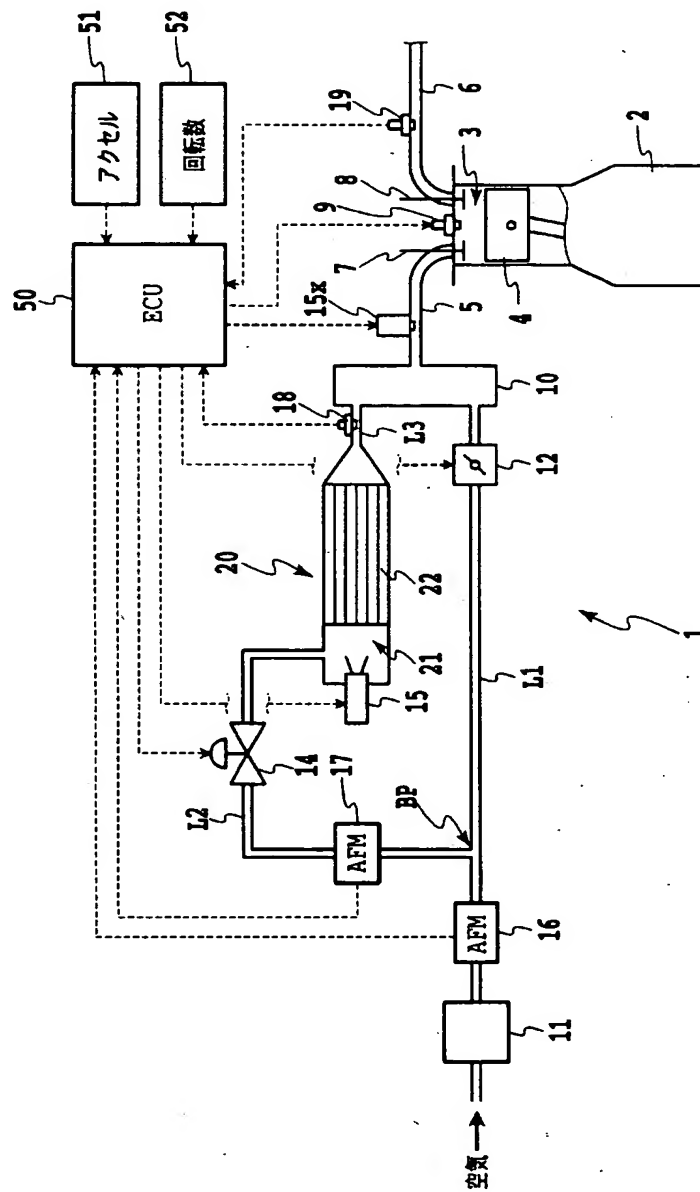
【符号の説明】

- 1, 1 A, 1 B, 1 C 内燃機関
- 3 燃焼室
- 1 0 サージタンク
- 1 2 電子スロットル

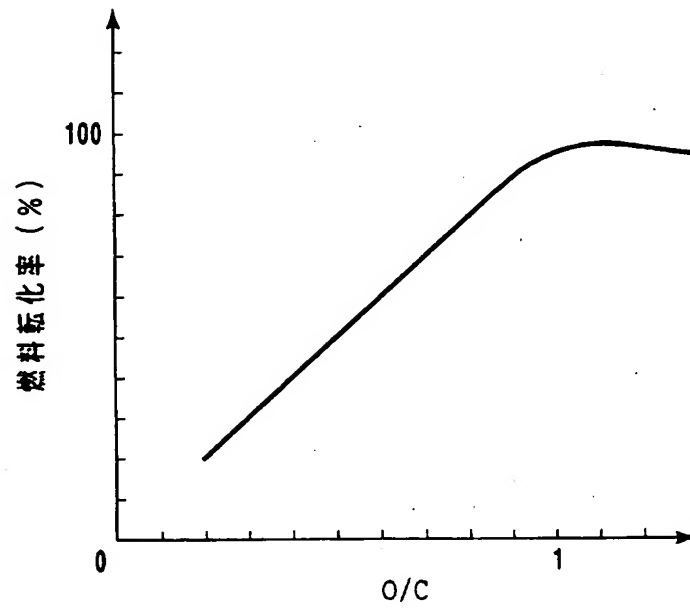
- 13 圧力センサ
- 14, 14B, 14C, 14x 流量調整弁
- 15, 15x 燃料噴射装置
- 16, 17 エアフローメータ
- 18 温度センサ
- 19 排気A/Fセンサ
- 20, 20C, 200, 200A, 200B 改質器
- 21 空燃混合部
- 22, 22a, 22b 改質反応部
- 22x, 22z 触媒低担持領域
- 23 プレヒータ
- 24 空気供給部
- 51 アクセル
- 52 回転数センサ
- L1 給気管
- L2 バイパス管
- L3 接続管
- L4 排気還流管
- L5 分岐管

【書類名】 図面

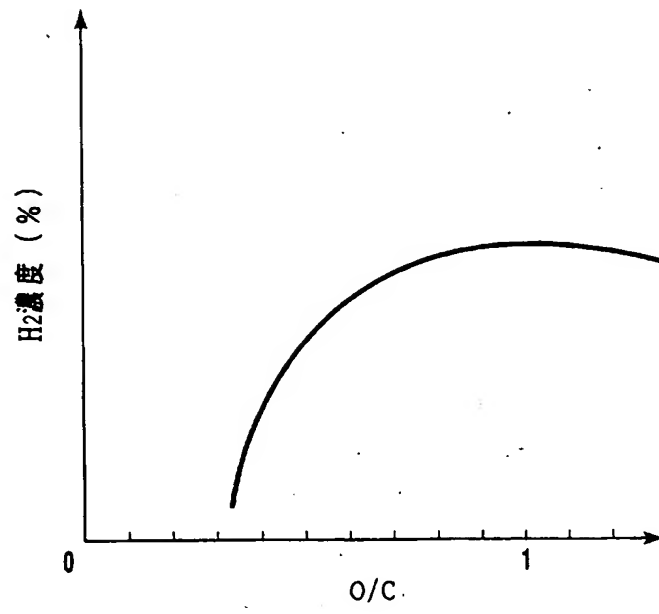
【図 1】



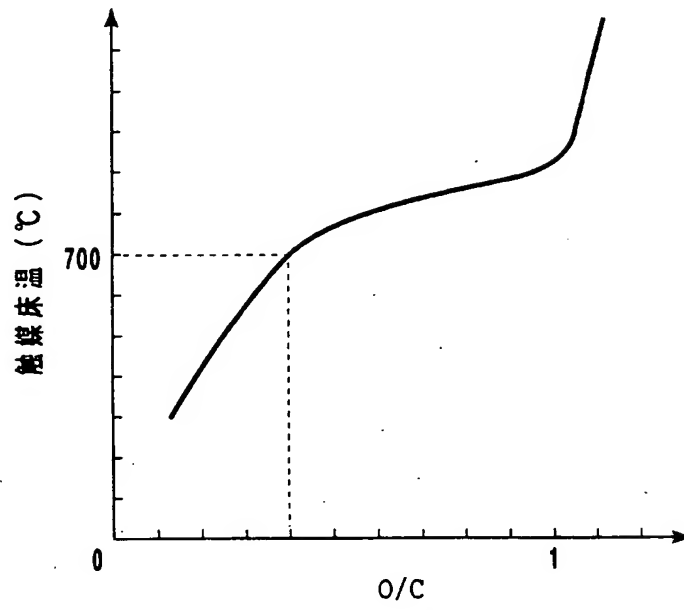
【図 2】



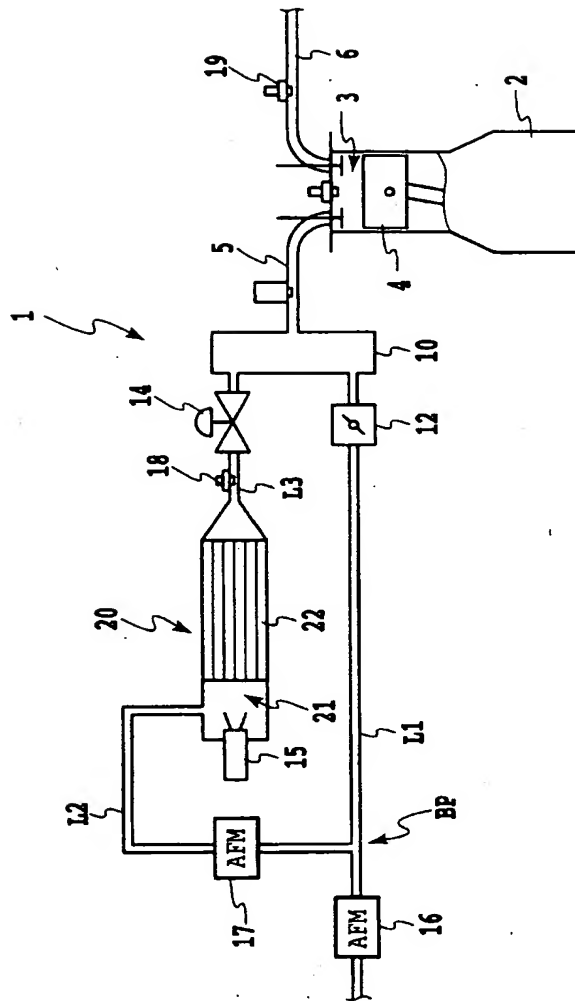
【図 3】



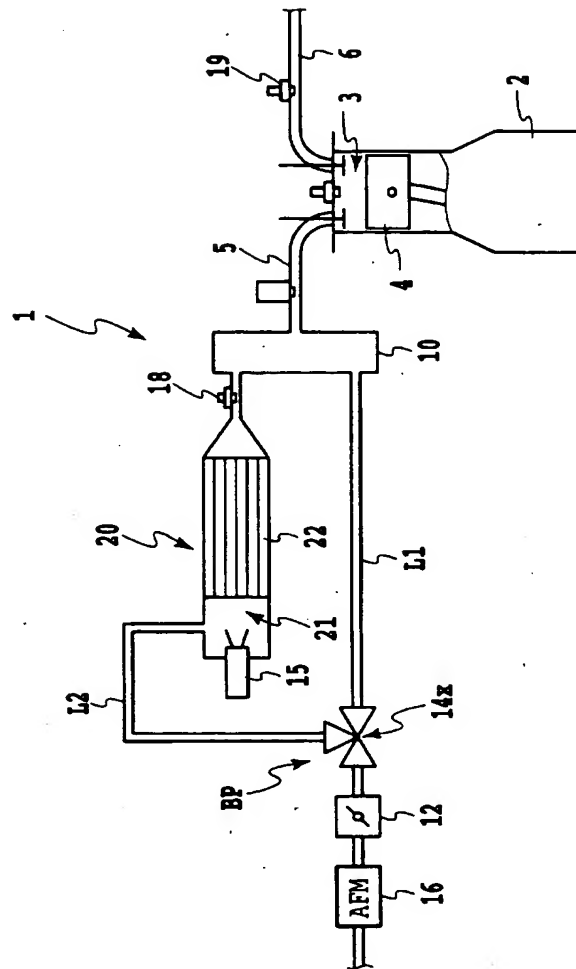
【図 4】



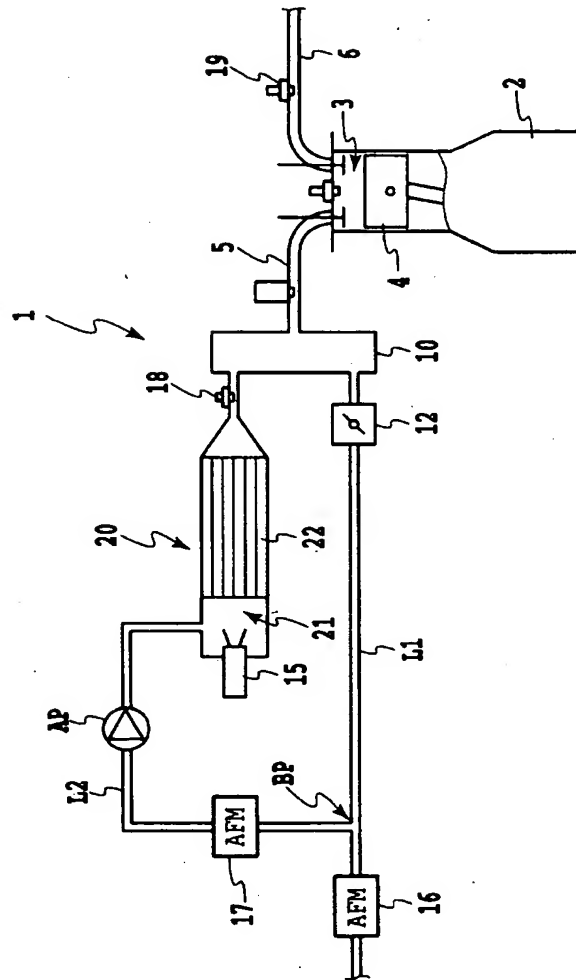
【図5】



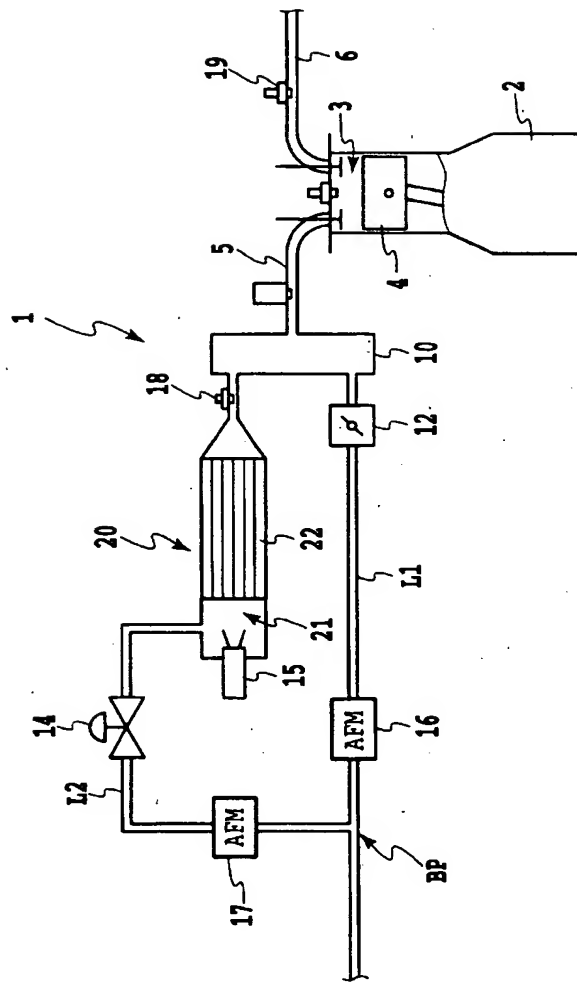
【図 6】



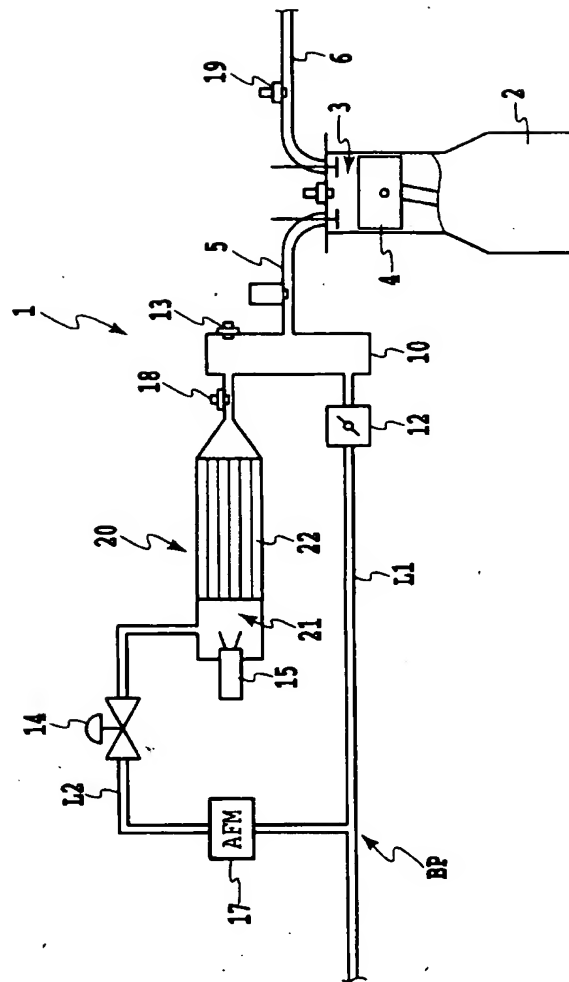
【图 7】



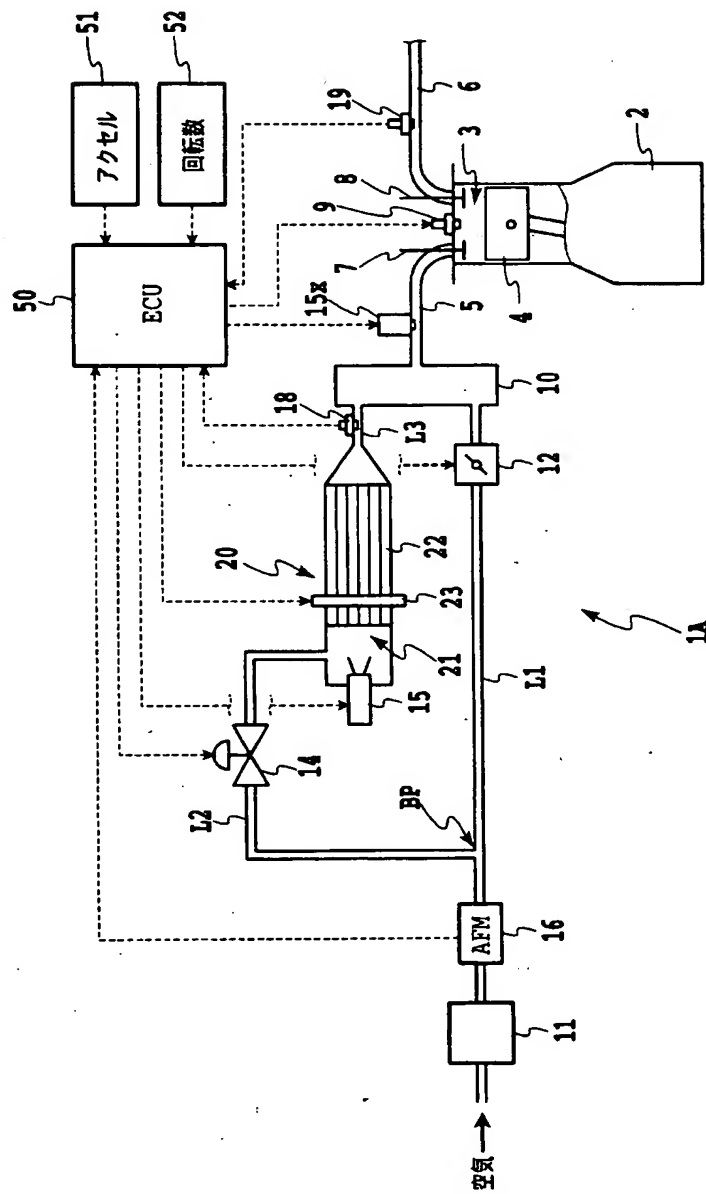
【図8】



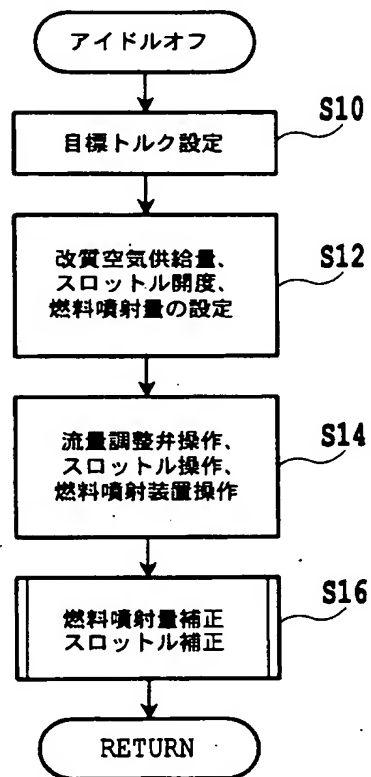
【図 9】



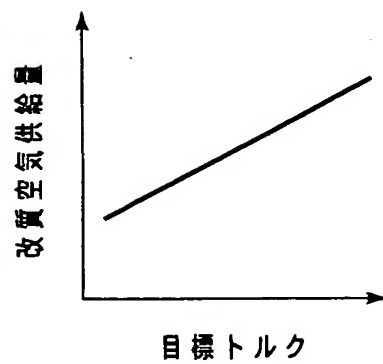
【図10】



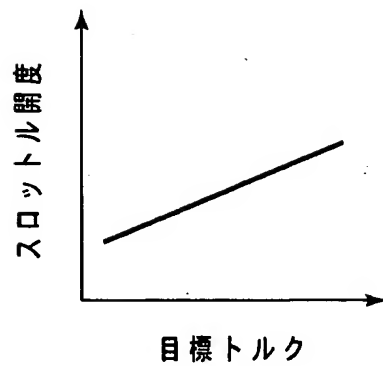
【図 11】



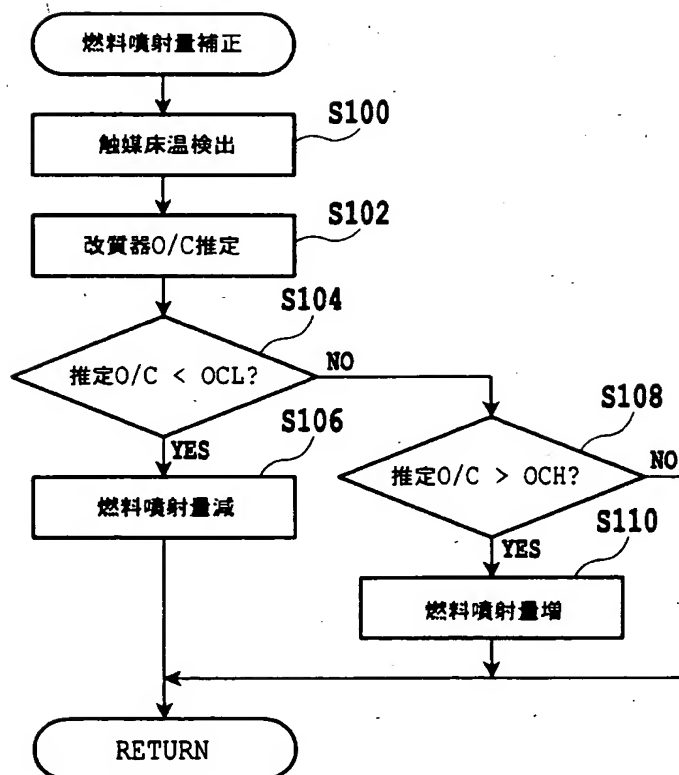
【図 12】



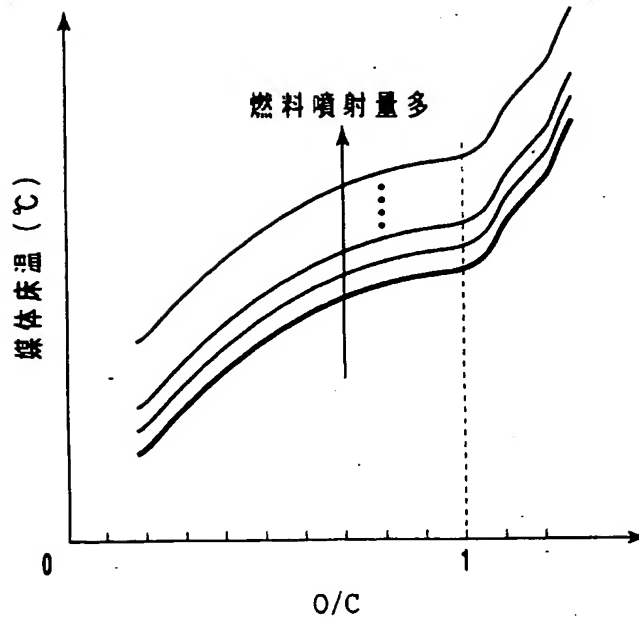
【図13】



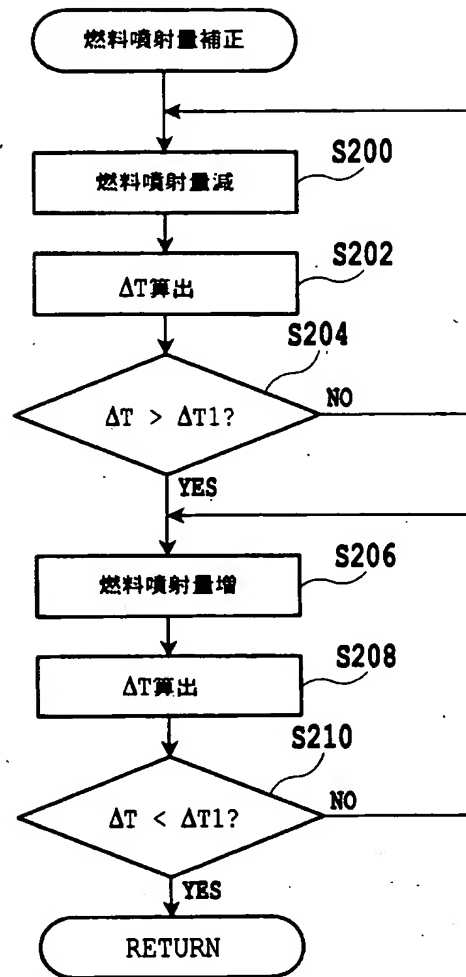
【図14】



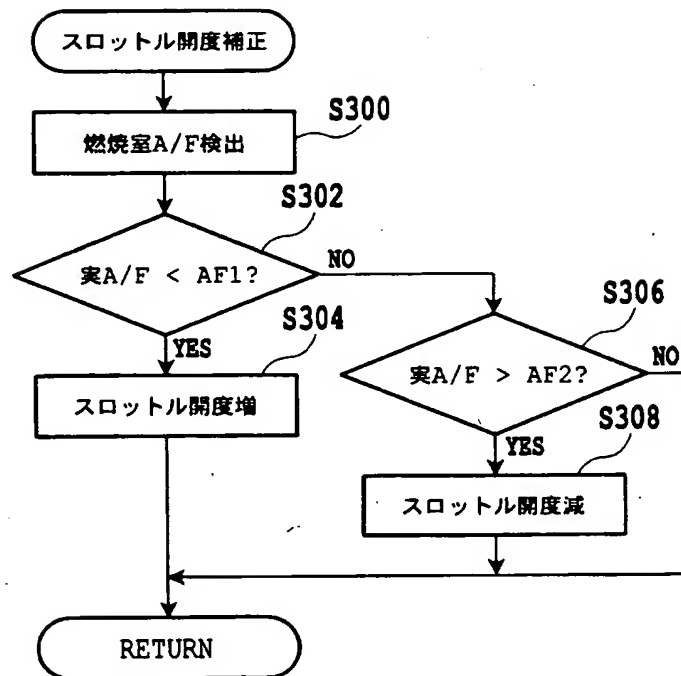
【図15】



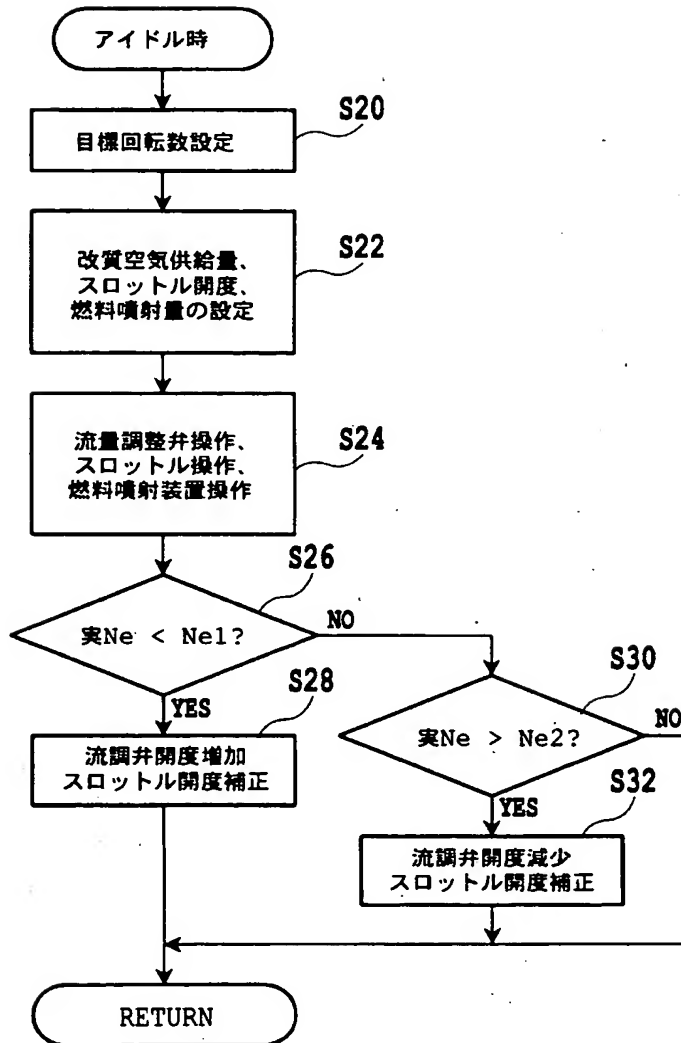
【図 16】



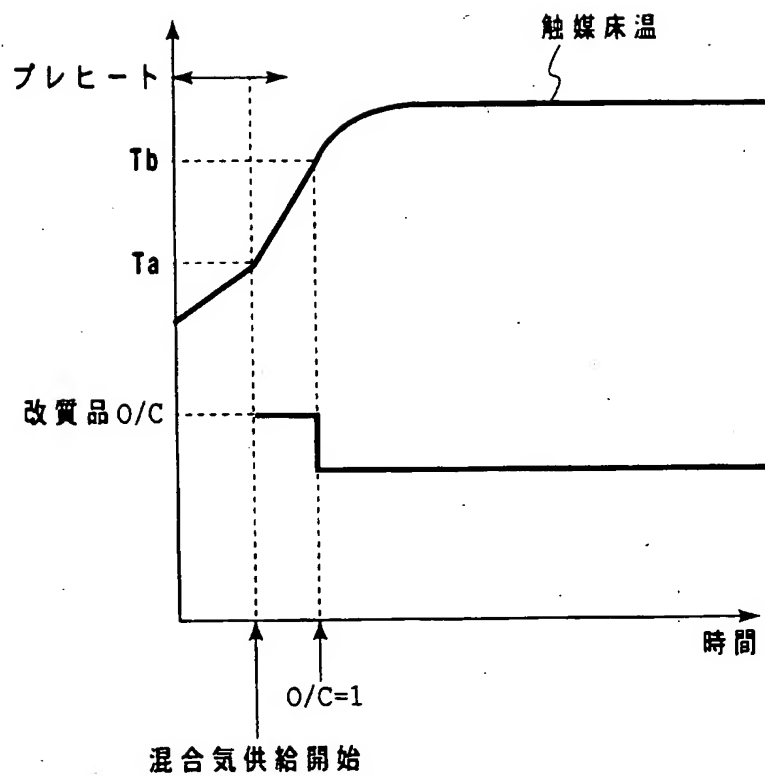
【図 1 7】



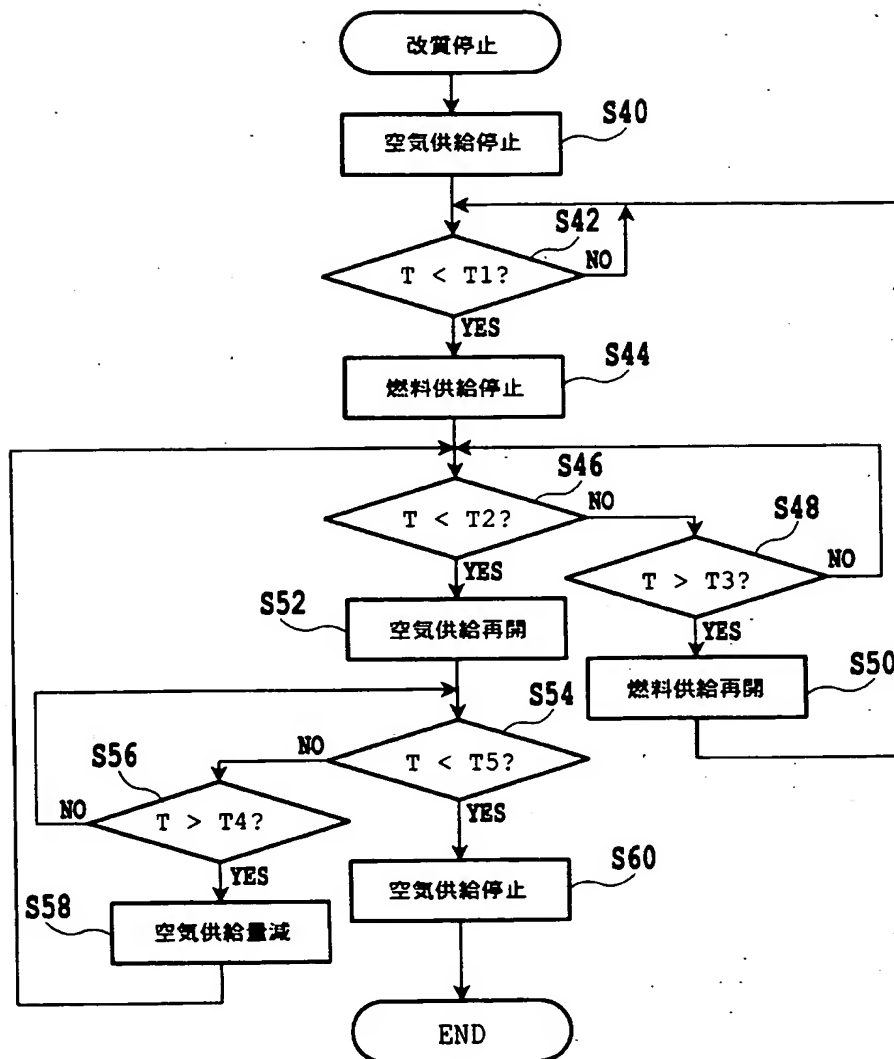
【図 18】



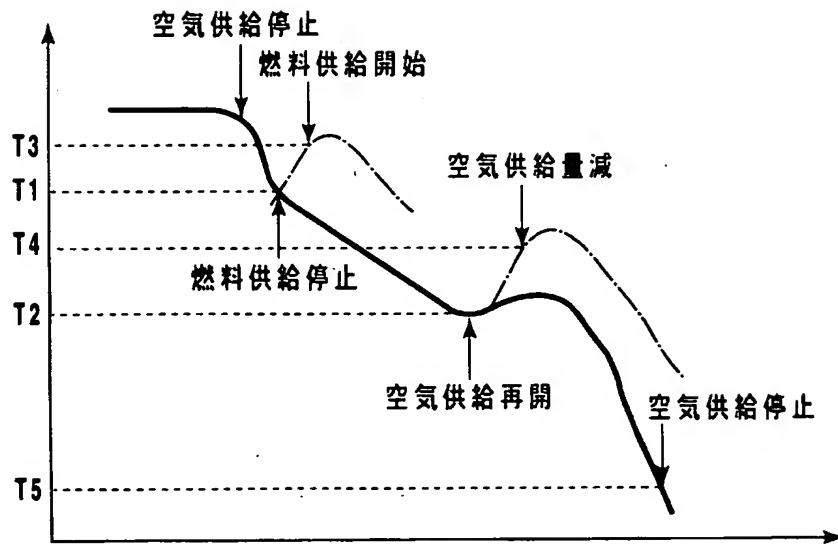
【図 1 9】



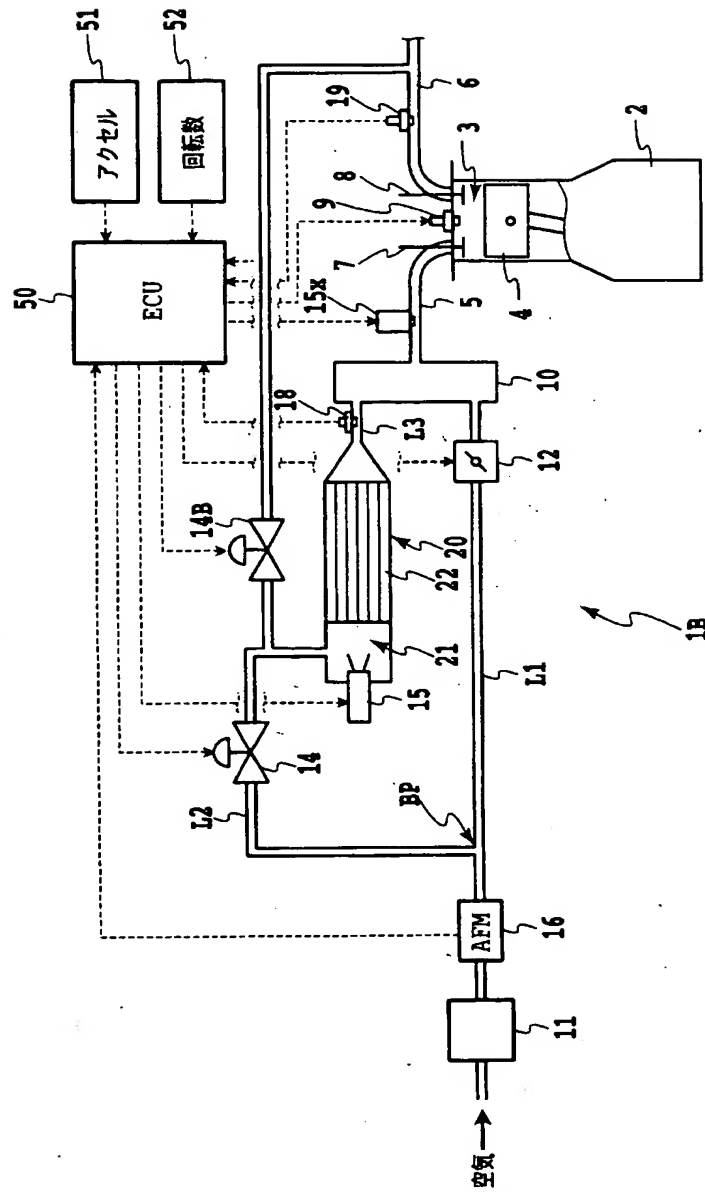
【図 20】



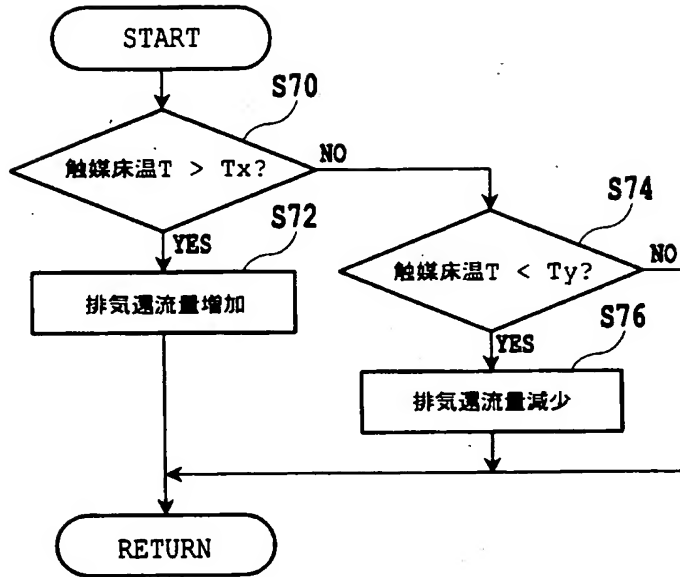
【図 21】



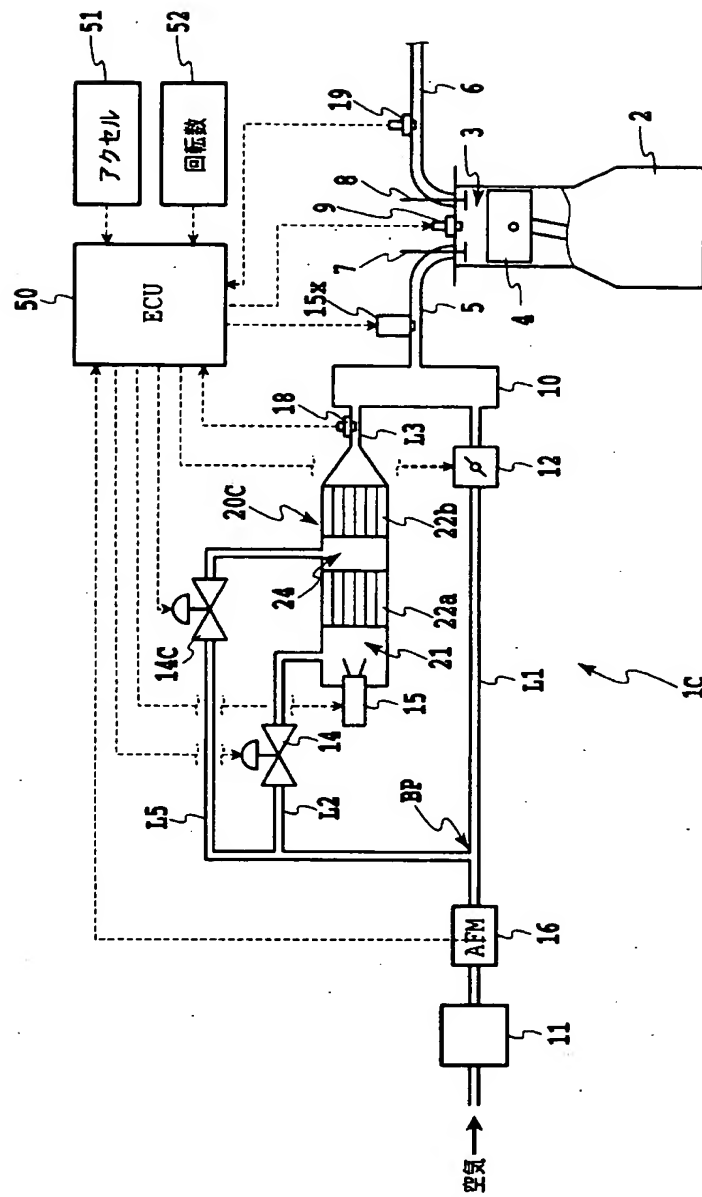
【図 2 2】



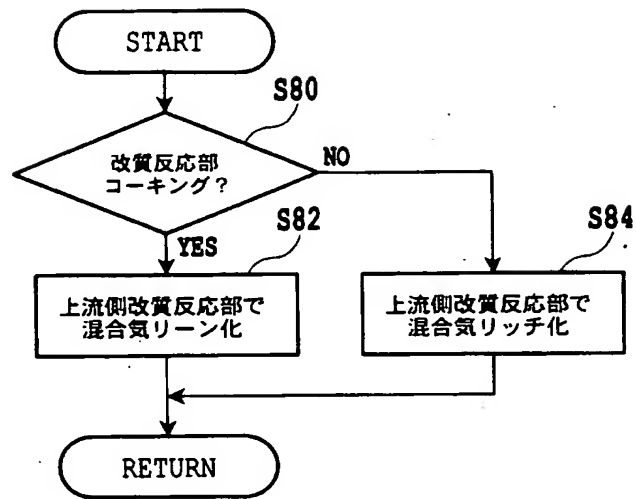
【図 23】



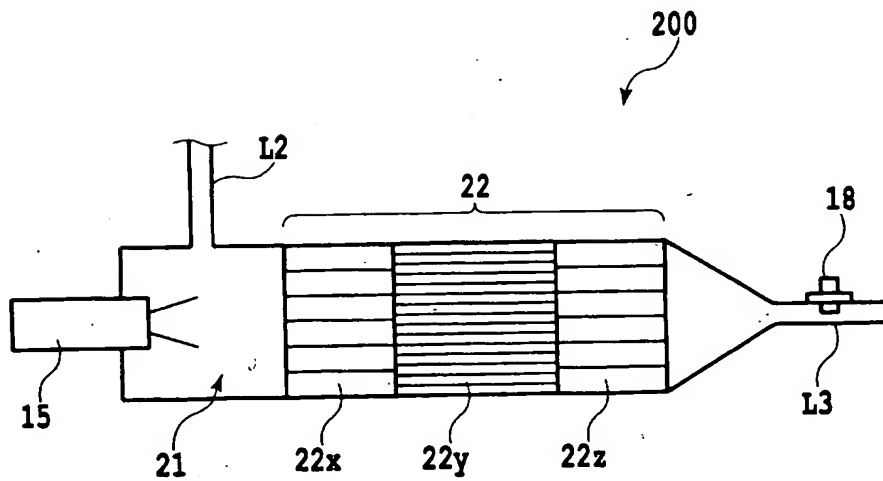
【图 24】



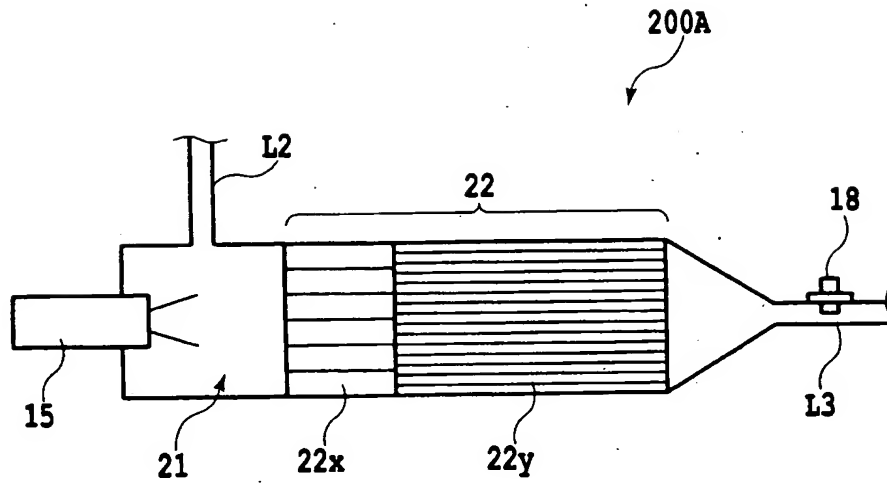
【図 25】



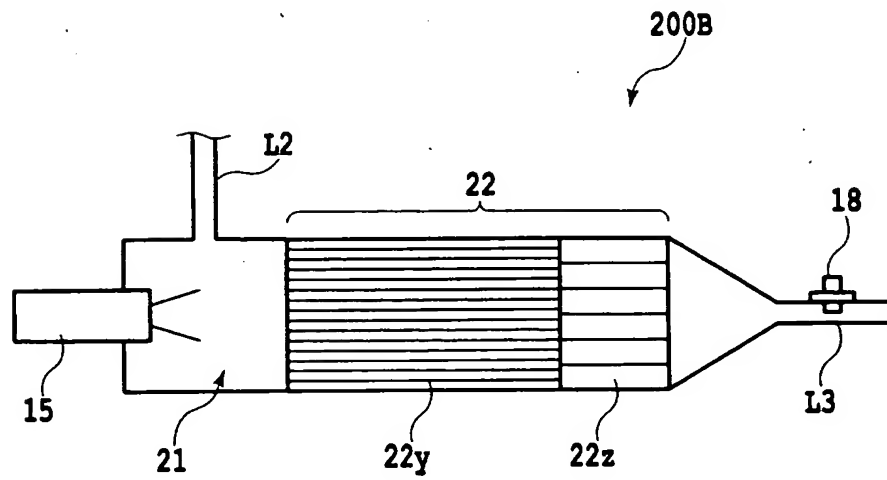
【図 26】



【図 27】



【図 28】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 改質器から所望の改質ガスを燃焼室に供給して、内燃機関を要求された条件に正確に応じるように動作させることを目的とする。

【解決手段】 燃焼室 3 内で CO および H_2 を燃焼させて動力を発生する内燃機関 1 は、炭化水素系燃料と空気との混合気を改質して CO および H_2 を含む改質ガスを生成する改質器 20 と、改質器 20 の改質効率が所定範囲内に維持されるように改質器 20 における混合気の空燃比を設定する ECU 50 とを備える。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003207]

1. 変更年月日 1990年 8月27日
[変更理由] 新規登録
住 所 愛知県豊田市トヨタ町1番地
氏 名 トヨタ自動車株式会社